



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Construção Civil

Elvis Correia do Nascimento

ANÁLISE DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADAS SOBRE ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO PRATICADA NA CIDADE DE SÃO PAULO

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
de Título de MBA em Tecnologia e Gestão
na Produção de Edifícios

Orientador:

Professor M.Sc. Leonardo Tolaine Massetto

São Paulo

2014

Nascimento, Elvis Correia do

Análise da tecnologia de aplicação de revestimentos cerâmicos de fachadas sobre alvenaria estrutural de blocos de concreto praticada na cidade de São Paulo / E.C. do Nascimento. -- São Paulo, 2014.

94 p.

Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – POLLINTEGRA.

1.Revestimento de fachadas (Técnicas) I.Universidade de São Paulo. POLLINTEGRA II. t.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força, saúde e fé que me concede.

À minha mãe, a meus irmãos, à minha irmã, à minha sobrinha e ao mais novo da família, meu sobrinho Nicolas, por estarem sempre ao meu lado, fornecendo força e garra.

Aos familiares, sempre presentes.

Ao Prof. Leonardo T. Massetto.

À Prof. Mércia M. S. B. Barros, que sempre esteve presente ao longo da realização do curso e no desenvolvimento desta monografia.

A todos, que, de alguma forma, ajudaram e contribuíram no fornecimento de material e referências bibliográficas para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço, com muito carinho, aos Professores Dr. Carlos Alberto Tauil Dr. Fernando Henrique Sabbatini, que sempre contribuíram com suas valiosas orientações.

O grande apoio que recebi do Eng. Max Junginger, disposto a todo o momento a ajudar.

Ao Prof. Vanderlei Souza, que contribui com seu rico conhecimento e somou neste trabalho.

Aos grandes amigos Rodolfo Bayerlein e Joyce A. F. Rubino, junto aos quais tive a oportunidade de compartilhar momentos desafiadores durante o curso e que hoje podemos conviver momentos de alegrias.

Aos amigos do dia-a-dia, que sempre estão presentes apoiando esta minha caminhada, e, de modo especial, à Arq. Ana Cristina e à Eng. Tamara, que tiveram uma paciência a mais com minhas reclamações no ambiente de trabalho.

Ao Gabriel Oliveira, da empresa Toten Tomazeli, pelo apoio para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Eng. Jhonny, que muito compartilhou sua experiência e que somou neste trabalho.

Ao grande parceiro e amigo Eng. Fernando Souza, que, no dia-a-dia, enriquece com seu conhecimento a minha trajetória.

E, por fim, a duas pessoas que acreditaram em mim num determinado momento e que faz deste trabalho um fruto dessa fé: minha madrinha de profissão, Sr.^a Rose Macedo, e meu saudoso pai, Sr. Lourival Sena (*in memorian*).

“Mantenha seus pensamentos positivos, porque seus pensamentos tornam-se suas palavras. Mantenha suas palavras positivas, porque suas palavras tornam-se suas atitudes. Mantenha suas atitudes positivas, porque suas atitudes tornam-se seus hábitos. Mantenha seus hábitos positivos, porque seus hábitos tornam-se seus valores. Mantenha seus valores positivos, porque seus valores...Tornam-se seu destino”.

Mahatma Gandhi

RESUMO

A partir dos anos de 1990, as empresas construtoras buscaram racionalizar seus processos construtivos, a fim de obter ganhos financeiros. Nesse contexto, algumas construtoras passaram a modificar suas técnicas de aplicação de revestimentos de fachada.

Com foco na diminuição dos fluxos de balancins e, conseqüentemente, redução do prazo de execução e economia de materiais, uma das alternativas encontradas pelas empresas foi a utilização da tecnologia de aplicação de revestimentos cerâmicos de fachada sobre alvenaria estrutural de blocos de concreto, que consiste na supressão das camadas de chapisco e emboço (com base no pequeno desvio de prumo das fachadas de edifícios de alvenaria estrutural) e, conseqüente, colagem das placas diretamente sobre as paredes de blocos de concreto.

Neste estudo, foram reunidas informações (presentes em normas, literatura técnica, artigos, opinião de consultores, etc.) relacionadas à técnica de aplicação de revestimentos cerâmicos de fachada e foi realizado um estudo de caso em edifícios de duas empresas distintas que utilizaram essa tecnologia.

Com base na comparação das recomendações técnicas levantadas e nos resultados observados na etapa de pesquisa de campo, verificou-se que em nenhum dos casos foram tomadas providências a fim de se mitigar eventuais riscos por meio da observância dos aspectos-chave de sucesso recomendados, o que resultou em sérios problemas patológicos, gerando, além de grande desgaste da imagem das construtoras, um imenso passivo financeiro que inviabiliza o uso futuro dessa tecnologia nas empresas pesquisadas. Ou seja, o presente trabalho detectou o quanto é frágil uma empresa mudar a cultura da sua equipe através da introdução de uma nova tecnologia sem a prévia elaboração de um planejamento e o devido acompanhamento de seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Fachada. Revestimento cerâmico. RCDF. Patologias em fachadas.

ABSTRACT

Over the years, the civil construction industry has been retaining a skepticism for new techniques which means that for many decades, methodologies and procedures have been applied in the same way. This fact makes the civil engineering one of the most conservative sectors in comparison to other “engineering areas”, where technology is always present in a very intense way.

However, it was identified in early 90’s that some construction companies started to change its execution techniques of façade coating, pursuing new concepts of execution for the well know “ceramic tiles coating over façade”.

The methodology for the development of this project was based in execution procedures designed by the construction companies, literature reviews and consultants knowledge.

Thus it was analyzed the adopted technique, where it’s characterized as the direct application of ceramic tiles over concrete structural blocks (masonry), eliminating the regularization layers (plaster and roughcast).

The execution procedure adopted by the construction companies resulted in several pathologies in the buildings.

Therefore, this Project has as main objective the analysis of the adopted methodology and to indicate potential failures in the used technique and possible pathologies as well.

Keywords: Façade. Ceramic coating. Pathologies in façade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Metodologia da pesquisa.....	14
Figura 2: Fatores e agentes que influenciam na qualidade do revestimento cerâmico de fachada.....	17
Figura 3: Conjunto das partes de um revestimento intimamente ligadas.....	19
Figura 4: Cuidados necessários para manter uma boa aderência.....	19
Figura 5: Fluxograma geral das principais etapas do processo de projeto de revestimentos cerâmico de fachada.....	30
Figura 6: Roteiro para desenvolver o planejamento de como executar o RCDF.....	33
Figura 7: Modelo da especificação dos blocos de concreto.....	34
Figura 8: Comparativo entre as camadas da tecnologia RCF e RCDF.....	35
Figura 9: Verificação do alinhamento.....	37
Figura 10: Verificação do alinhamento em diagonal.....	37
Figura 11: Linha de referência em sua posição final.....	38
Figura 12: Colocação de linha de referência para alinhamento dos blocos intermediários.....	38
Figura 13: Verificação da horizontalidade superior (nível).....	38
Figura 14: Limpeza da sobra de argamassa.....	38
Figura 15: Limites máximos para desaprumo e desalinhamento das paredes.....	39
Figura 16: Conferência da verticalidade (prumo).....	40
Figura 17: Conferência da verticalidade (prumo).....	40
Figura 18: Verificação da posição em altura.....	40
Figura 19: Representação da junta de trabalho.....	43
Figura 20: Representação da junta de transição.....	43
Figura 21: Representação da junta de contorno.....	44
Figura 22: Representação da junta de dessolidarização.....	44
Figura 23: Representação da junta de dessolidarização – mudança de planos de revestimento.....	45

Figura 24: Configuração de juntas seladas em movimento –efeitos da adesão ao terceiro lado.....	52
Figura 25: Exemplo de fitas de polietileno expandido de células de fachadas.....	52
Figura 26: Locação de balancim e mapeamento de fachada elaborado pela empresa de Consultoria contratada pela Construtora Modelo 1 para recuperação do revestimento RCDF.....	54
Figura 27: Detalhe de como calafetar junto a esquadrias.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Designações normalizadas para as argamassas colantes (AC).....	20
Tabela 2: Propriedades fundamentais para argamassas colantes	21
Tabela 3: Propriedades opcionais para argamassas colantes.....	22
Tabela 4: Vida útil de Projeto	26
Tabela 5: Variáveis de controle geométrico na produção da alvenaria.....	42
Tabela 6: Comparativo entre a técnica de aplicação tradicional do RCF e a técnica do RCDF.....	48

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: Recuperação do desempenho por ações de manutenção	24
Gráfico 2: Manifestações patológicas em revestimento cerâmico.....	28
Gráfico 3: Gasto de recuperação Empreendimento A(1)	57
Gráfico 4: Gasto de recuperação Empreendimento B(1)	60

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Vista do Empreendimento (A1) executado pela Construtora Modelo 1.....	10
Foto 2: Vista do Empreendimento (B1) executado pela Construtora Modelo 1.	11
Foto 3: Vista do Empreendimento (A2) executado pela Construtora Modelo 2.....	11
Foto 4: Critérios para considerar uma parede estanque	36
Foto 5: Critérios para considerar uma parede estanque	36
Foto 6: Critérios para considerar uma parede estanque	36
Foto 7: Dimensões a serem consideradas para fachada, prumo e alinhamento	41
Foto 8: Dimensões a serem consideradas para fachada, prumo e alinhamento	41
Foto 9: Revestimento cerâmico mostrando ruptura na interface argamassa colante/placa cerâmica – Construtora Modelo 1	51
Foto 10: Ausência de realização da dupla colagem.....	51
Foto 11: Ausência de realização da dupla colagem.....	51
Foto 12: Vista da recuperação do revestimento da fachada.....	58
Foto 13: Vista da recuperação do revestimento da fachada.....	58
Foto 14: Vista da recuperação do revestimento da fachada.....	59
Foto 15: Vista da recuperação do revestimento da fachada.....	59
Foto 16: Vista da recuperação do revestimento da fachada.....	59
Foto 17: Vista do transtorno gerado na área comum do empreendimento	60
Foto 18: Vista do transtorno gerado na área comum do empreendimento	60
Foto 19: Vista da recuperação do revestimento da fachada.....	61
Foto 20: Vista da recuperação do revestimento da fachada.....	61
Foto 21: Vista da recuperação do revestimento da fachada.....	61
Foto 22: Vista da recuperação do revestimento da fachada sem uma preocupação em regularizar a área geometricamente.	62
Foto 23: Vista da recuperação do revestimento da fachada sem uma preocupação em regularizar a área geometricamente.	62

Foto 24: Falta de planicidade no revestimento da fachada, afetando a qualidade estética do prédio.....	62
Foto 25: Substituição de peças que já destacaram, podendo observar que o reparo não fica uniforme nas demais áreas. Soma-se à questão apontada, a falta de planicidade no revestimento, afetando a qualidade estética do prédio.....	63
Foto 26: Identificação de refazimento do rejunte. Soma-se à questão apontada, a falta de planicidade no revestimento, afetando a qualidade estética do prédio.....	63
Foto 27: Corte da cerâmica junto às esquadrias.....	64

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	1
LISTA DE TABELAS.....	3
LISTA DE GRÁFICO.....	4
LISTA DE FOTOS.....	5
SUMÁRIO.....	7
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 APRESENTAÇÃO DAS EMPRESAS ANALISADAS.....	10
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	12
1.2.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	13
1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	13
1.4 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	14
2. REVESTIMENTO DA FACHADA – CONCEITO E FUNÇÃO	16
2.1 REGULARIZAÇÃO EM CHAPISCO E EMBOÇO	18
2.2 ARGAMASSA COLANTE: FUNÇÃO E OS TIPOS EXISTENTES.....	20
2.3 REQUISITOS REFERENTES À NORMA DE DESEMPENHO	22
2.3.1 NORMA DE DESEMPENHO – REQUISITO ESTANQUEIDADE	23
2.3.2 NORMA DE DESEMPENHO – REQUISITO DURABILIDADE.....	24
2.3.3 NORMA DE DESEMPENHO – REQUISITO DEFINIÇÃO DE VIDA ÚTIL	25
3 ELABORAÇÃO PROJETO DE PRODUÇÃO – REVESTIMENTO DA FACHADA.....	27
4 APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DIRETAMENTE NA FACHADA DE EDIFÍCIO DE ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO DE CONCRETO E OS CUIDADOS NECESSÁRIOS.....	32
5 ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DIRETAMENTE EM FACHADA DE	

ALVENARIA ESTRUTURAL, ELABORADO PELA CONSTRUTORA	
MODELO 1 E CONSTRUTORA MODELO 2.....	34
5.1.1	COMPONENTE BLOCO ESTRUTURAL CONCRETO..... 34
5.1.2	PERMEABILIDADE EM PAREDE 36
5.1.3	ALINHAMENTO E NÍVEL DE PAREDE..... 37
5.1.4	PRUMO DAS PAREDES..... 39
5.1.5	PLANICIDADE DAS PAREDES 41
5.1.6	TIPOS E A LOCALIZAÇÃO DAS JUNTAS 42
5.1.7	PREPARO DA ARGAMASSA COLANTE 45
5.1.8	PLANEJAMENTO DA APLICAÇÃO DO RCDF COM USO DE BALANCIM 47
5.1.9	CONSIDERAÇÃO PARA EXECUÇÃO DO SUBSISTEMA RCDF 50
5.2	ANÁLISE DO AUTOR COM RELAÇÃO AOS PROCEDIMENTOS
	ADOTADOS PELA CONSTRUTORA MODELO 1 E CONSTRUTORA
	MODELO 2.....
	53
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....
	65
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68
	ANEXO 1..... 71
	PROCEDIMENTO DESENVOLVIDO PELA CONSTRUTORA MODELO 1 71
	DEFINIÇÃO DE COMO DESENVOLVER A ATIVIDADE..... 71
	PROCEDIMENTO DESENVOLVIDO PELA CONSTRUTORA MODELO 2..... 75
	DEFINIÇÃO DE COMO DESENVOLVER A ATIVIDADE..... 75
	ANEXO 2..... 88
	ATRIBUIÇÕES DOS ENVOLVIDOS NA EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO EXTERNO 88
	CHECK LIST PARA PROJETO DE ARQUITETURA 89
	CHECK LIST PARA PROJETO DE ESTRUTURAS..... 90
	CHECK LIST PARA PROJETO DE REVESTIMENTO..... 91
	EQUIPE DE EXECUÇÃO E CONTROLE DO REVESTIMENTO EXTERNO..... 92
	PLANILHA PARA MAPEAMENTO DE ESPESSURAS DE FACHADA 93
	PLANILHA PARA IDENTIFICAÇÃO DO SOM CAVO 94

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o setor da construção civil, impulsionado pelo fortalecimento da economia, pelo aumento do crédito imobiliário e, principalmente, pela criação do Programa Federal denominado Minha Casa Minha Vida, promoveu uma escassez da mão-de-obra e da disponibilização de material no mercado nacional.

Afetadas por esse cenário, as construtoras buscaram viabilizar algumas obras implantando novas tecnologias ou critérios construtivos, visando minimizar as dificuldades encontradas no mercado da construção civil.

A busca por essas novas tecnologias teria, dentre as suas equivalências, promover a redução do prazo de execução do empreendimento e a redução no custo para execução de determinada atividade.

Implantar uma nova tecnologia no ambiente de trabalho de uma empresa requer uma série de cuidados, principalmente no que se refere à adaptação da cultura dos envolvidos, os quais já estão habituados à rotina da empresa e do serviço.

Havendo a iniciativa de algumas construtoras da cidade de São Paulo em implantar novas tecnologias construtivas, este trabalho irá analisar duas dessas empresas, as quais adotaram aplicar o **Revestimento Cerâmico Direto em Fachadas de Alvenaria Estrutural** (algumas vezes representado pela sigla RCDF).

Este trabalho está fundamentado no Procedimento de Execução de Serviço elaborado pelas referidas empresas, permitindo verificar a criticidade em disponibilizar um procedimento voltado à nova tecnologia de execução e as potenciais patologias que podem ser geradas, numa ausência de ajustes da coordenação de ações por parte de todos os envolvidos.

Embora essa sistemática construtiva tenha por objetivo a redução de prazo e de custo na execução de um determinado serviço, ela elimina etapas importantes do processo, que é a execução do chapisco e do emboço, colocando em dúvida o desempenho do revestimento da fachada, principalmente no que se refere à estanqueidade e à acomodação da estrutura junto ao revestimento de acabamento.

Nesse sentido, cabe averiguar que gerar mudanças na cultura de uma empresa ou canteiro de obra, visando simplesmente obter redução de prazo e custo, sem que haja um planejamento correto e factível na realidade rotineira dessa empresa, o resultado esperado poderá não ser da maneira simples como as empresas se propõem a executar, podendo comprometer totalmente o resultado final desejado.

1.1 Apresentação das empresas analisadas

Para este trabalho, foram analisados os procedimentos executivos de duas empresas que aplicaram o RCDF, que ora serão denominadas por nome fantasia, sendo:

A) CONSTRUTORA MODELO 1:

Executou diversas obras com uso de RCDF na cidade de São Paulo. Este trabalho considerou a execução aplicada em dois empreendimentos:

1. **Empreendimento A (1):** Composto por 4 Torres em alvenaria estrutural de bloco de concreto. Duas torres com 18 pavimentos, com apartamentos com área privativa de 96m². Outras duas torres com 19 pavimentos, com apartamentos com área privativa de 123m². Acrescentam-se pavimentos de barrilete e casa de máquina. Obra concluída em 2008.

Foto 01: Vista do Empreendimento (A1) executado pela Construtora Modelo 1.



Fonte: Construtora Modelo 1

2. **Empreendimento B (1):** Composto por 2 Edifícios em alvenaria estrutural de bloco de concreto, torres com 14 pavimentos, com apartamentos nos andares com área privativa de 66m² e 71m² e cobertura de 90m² e 138m². Acrescentam-se pavimentos de barrilete e casa de máquina. Obra concluída em 2009.

Foto 02: Vista do Empreendimento (B1) executado pela Construtora Modelo 1.



Fonte: Construtora Modelo 1

B) CONSTRUTORA MODELO 2:

Executou diversas obras com uso de RCDF na cidade e municípios de São Paulo. Neste trabalho está sendo analisado o critério aplicado em um empreendimento:

1. **Empreendimento A (2):** Composto por 13 Prédios em alvenaria estrutural de bloco de concreto, contendo 5 pavimentos com apartamentos com área privativa de 43m². Acrescenta-se pavimento de barrilete. Obra concluída em 2012.

Foto 03: Vista do Empreendimento (A2) executado pela Construtora Modelo 2



Fonte: Construtora Modelo 2

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

No presente trabalho busca-se:

- ✓ Reunir o máximo de informações (presentes em normas, literatura técnica, artigos científicos, pesquisas, manuais de boas práticas, opinião de consultores, etc.) relacionadas à técnica de aplicação de revestimentos cerâmicos de fachada diretamente sobre os blocos de concreto em edifícios de alvenaria estrutural;
- ✓ Efetuar um estudo de caso com duas empresas distintas que utilizaram a técnica de aplicação de revestimentos cerâmicos de fachada diretamente sobre os blocos de concreto em edifícios de alvenaria estrutural, a fim de se verificar quais os procedimentos, técnicas e cuidados especiais adotados por essas empresas em suas obras;
- ✓ Com base na comparação das recomendações técnicas levantadas e nos resultados observados na etapa de pesquisa de campo, verificar a viabilidade (ou inviabilidade) da aplicação dessa técnica;
- ✓ Identificar aspectos-chave que condicionem o sucesso do uso dessa tecnologia

1.2.2 Objetivo específico

Por meio de análise documental e referência bibliográfica, busca-se identificar as potenciais falhas existentes no procedimento de execução de serviço de revestimento de fachada adotado pelas empresas construtoras e conseqüentemente as patologias que podem originar. Assim, serão analisados e propostos meios de minimizar esses vícios construtivos, verificados nos procedimentos executivos adotados pelas construtoras em estudo, na seguinte conformidade:

- a) Identificar as particularidades dos projetos da estrutura (alvenaria) e suas interferências, como exemplo: juntas de dilatação e esquadrias;
- b) Analisar ensaio tecnológico realizado por uma das construtoras, buscando identificar as falhas construtivas identificadas no processo;
- c) Confrontar as informações coletadas com os requisitos apontados nas Normas Técnicas de aplicação de revestimento de fachadas, bem como compatibilizar com a Norma de Desempenho;

d) Identificação de Patologias.

1.2.3 Limitações da pesquisa

O resultado está vinculado à cultura adotada pelas empresas, que, muitas vezes, transferem a responsabilidade de planejar e executar importantes atividades à equipe técnica do canteiro de obra, que, por sua vez, não desenvolve um planejamento eficiente, não gera registros (evidências) da sistemática adotada para execução e, conseqüentemente, prejudica a retroalimentação de informações para novos empreendimentos, a qual, inclusive, limitou o volume de informações para o desenvolvimento deste trabalho.

Assim, serão analisadas e respectivamente apresentadas, com base nesses procedimentos, as etapas que não foram contempladas e que poderiam permitir condições de minimizar o volume de vícios construtivos identificados.

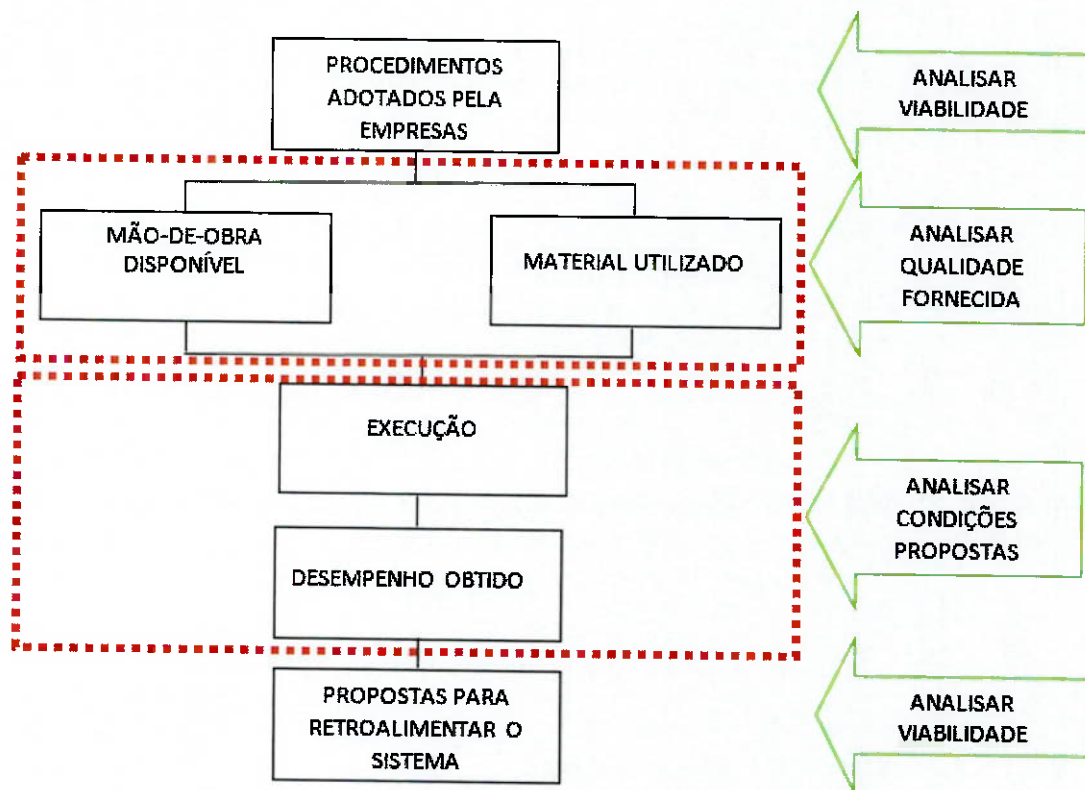
É importante considerar que os dados coletados não podem ser generalizados, porém servem como conhecimento prévio para auxiliar outras empresas construtoras na adequação do procedimento de produção de revestimento de fachada, com aplicação de revestimento cerâmico direto em alvenaria estrutural, permitindo, assim, a continuidade de introdução de novas tecnologias de produção em revestimento de fachadas.

1.3 Metodologia da pesquisa

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho, que se trata de um estudo de campo, está apoiada em pesquisas bibliográficas e no procedimento de execução desenvolvido pelas empresas analisadas, conforme apresentado na figura 01.

O resultado dessa técnica construtiva é apresentado através do desempenho obtido do conjunto do revestimento da fachada, destacando-se as patologias detectadas, assim como identificando o que promoveu a devida patologia, para, sempre que possível, propor soluções para amenizar a reincidência dessas falhas.

Figura 1: Metodologia da pesquisa



Fonte: Autor

1.4 Estruturação da dissertação

O trabalho está estruturado em seis capítulos (introdução; revestimento da fachada: conceito e função; elaboração de projeto de produção: revestimento de fachada; aplicação do revestimento cerâmico diretamente em fachada de edifício de alvenaria estrutural de bloco de concreto e os cuidados necessários; considerações e análises do procedimento da técnica RCDF e considerações finais).

O primeiro capítulo é de caráter introdutório e está dividido em quatro partes, que contemplam informações sobre os empreendimentos estudados, os objetivos deste trabalho, as limitações da pesquisa, bem como a metodologia utilizada e a estrutura da dissertação.

O segundo capítulo, revestimento da fachada - conceito e função, está dividido em três partes, as quais contemplam informações sobre a regularização em chapisco e emboço; detalhamento sobre as especificações contempladas na NBR 15575:2013 – Desempenho.

Já o terceiro capítulo, contempla a elaboração de projeto de produção para produção do revestimento fachada e as considerações da importância dos detalhes executivos que devem constar nesse projeto.

O quarto capítulo contempla informações necessárias para o bom desenvolvimento da técnica de RCDF.

O quinto capítulo apresenta as considerações do autor, após análise dos procedimentos adotados pelas empresas construtoras pesquisadas, destacando os quesitos que direcionam a execução dessa técnica para a ocorrência de patologias.

Nas considerações finais, contempla-se a análise sobre o resultado obtido do desempenho do sistema RCDF, como também se propõem requisitos para adequação dos procedimentos das empresas para a técnica do RCDF.

2 REVESTIMENTO DA FACHADA – CONCEITO E FUNÇÃO

O revestimento da fachada é um dos processos que agrega uma valorização na edificação, seja por estética ou por desempenho. Atualmente, esse processo pode ser executado com o uso de diversos tipos materiais e, conseqüentemente, com as mais diversas formas de execução.

É de grande importância que a definição dos componentes que serão utilizados na fachada seja compatibilizada com o porte da estrutura, assim, faz-se necessária essa análise para viabilizar a execução, desde a concepção do projeto de arquitetura e demais projetos que fazem interface com esse revestimento, como exemplo: projeto da estrutura e projeto da esquadria.

MEDEIROS e SABBATINI (1999) consideram que os revestimentos cerâmicos empregados nas fachadas de edifícios podem ser classificados de diversas maneiras. Pode-se classificá-los, por exemplo, de acordo com a técnica construtiva empregada na sua produção ou pela forma como eles se comportam depois de aplicados.

Os revestimentos cerâmicos tradicionais trabalham completamente aderidos sobre bases e substratos que lhe servem de suporte e, por isso, podem ser denominados de **aderidos**.

BARROS e SABBATINI (2001) destacam que, analisando sistemicamente os revestimentos cerâmicos de paredes, podemos identificar quatro conjuntos de componentes principais: a camada de regularização, a camada de fixação, as peças cerâmicas e as juntas (entre peças cerâmicas e entre painéis).

O revestimento externo ocupa uma função importante na edificação, o que exige uma boa execução. Entre as principais funções do revestimento externo (regularização em massa) JUNGINGER (2006) considera:

- Capacidade de estanqueidade;
- Absorver os esforços da estrutura da edificação;
- Proteção dos componentes da estrutura contra agressividades da região;
- Permite uma maior durabilidade ao sistema de revestimento da fachada;
- Fácil manutenção;
- Proteção térmica;
- Proteção acústica.
- Entre outros.

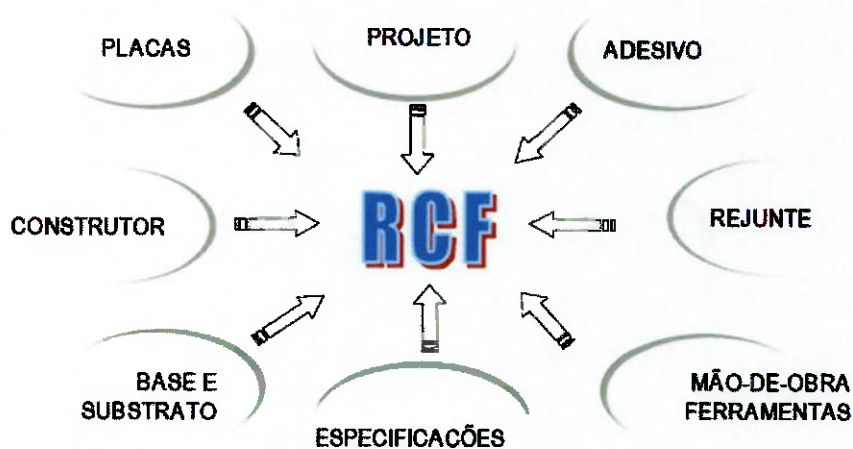
MEDEIROS e SABBATINI (1999) asseveram que o processo de conceber e detalhar fachadas normalmente não recebe a atenção devida, tanto por parte dos empreendedores e construtores, como por parte dos projetistas. Muitas vezes, os projetos de arquitetura, estrutura, alvenaria e esquadrias são desenvolvidos sem que se saiba, com precisão, qual vai ser o produto final da fachada.

É comum, também, definir-se apenas o material de revestimento (placa cerâmica) dentro das alternativas disponíveis no mercado e de acordo com a verba disponível à época da execução. Raramente a escolha é baseada em critérios técnicos confiáveis, sendo mais comum considerar somente aspectos estéticos e econômicos. A prática usual tem sido selecionar o material de revestimento de fachada apenas considerando a qualidade do material da camada mais externa e algumas de suas características, facilidade de composição arquitetônica, custo e disponibilidade de aquisição no mercado.

CTBUH (1995 apud MEDEIROS e SABBATINI, 1999) aponta que *“a falta de consideração de qualquer elemento, mesmo que aparentemente insignificante, no que diz respeito à qualidade, ao projeto e à construção da fachada, pode afetar seriamente a imagem do edifício e, muitas vezes, tornar-se de difícil correção”*.

MEDEIROS e SABBATINI (1999) afirmam também que quando é executada a técnica que consiste na aplicação do chapisco e emboço, os principais fatores determinantes para a obtenção da qualidade dos Revestimentos Cerâmicos de Fachada são de acordo como o mostrado na figura 2.

Figura 2: Fatores e agentes que influenciam na qualidade do revestimento cerâmico de fachada



Fonte: WALTERS (1992 apud MEDEIROS e SABBATINI, 1999, p10¹)

¹ Material disponível Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – Departamento Engenharia de Construção Civil, ISSN 0103-9830, BT/PCC/246 – São Paulo, 1999.

JUNGINGER (2006) considera alguns critérios que devem ser verificados na utilização dessa técnica:

- Região geográfica do empreendimento (litoral, área urbana, campo), que consequentemente vincula o clima dessa região.
- Comportamento estrutural da edificação, identificando os pontos críticos da fachada e, respectivamente, contemplando em projeto os detalhes executivos (verificação de junta de dilatação, interferências com outros subsistemas, etc.);
- Disponibilização de material, equipamentos e mão-de-obra especializada para a execução do revestimento definido;
- Condições da Manutenibilidade;
- Compatibilização com a cultura local.

MEDEIROS e SABBATINI (1999) concluem que a absorção total dos revestimentos cerâmicos deve ser baixa para limitar as movimentações higroscópicas a que o revestimento de uso externo está sujeito.

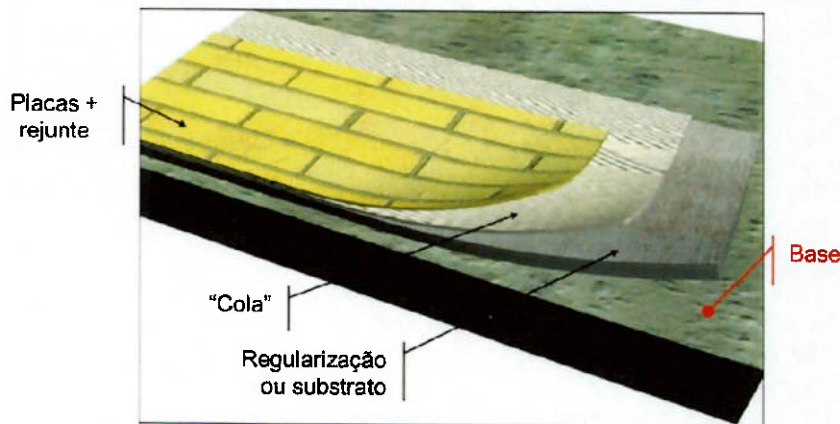
2.1 Regularização em chapisco e emboço

MACIEL, BARROS e SABBATINI (1998) citam que o revestimento de argamassa apresenta importantes funções que são genericamente:

- Proteger os elementos de vedação dos edifícios da ação direta dos agentes agressivos;
- Auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções como, por exemplo, o isolamento termo-acústico e a estanqueidade à água e aos gases;
- Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final;
- Contribuir para a estética da fachada.

Através da figura 3, é possível identificar a posição das camadas do revestimento da argamassa.

Figura 3: Conjunto das partes de um revestimento intimamente ligadas



Fonte: Comissão de Estudos da ABNT²

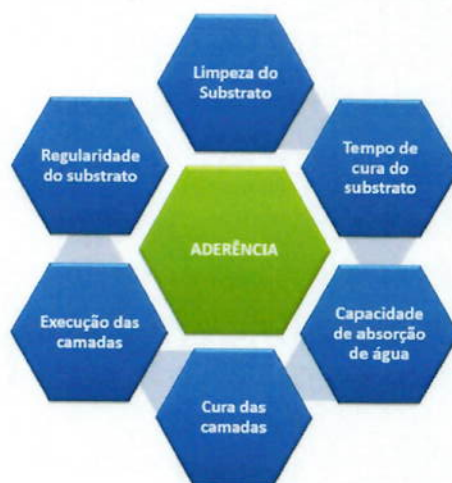
JUNGINGER (2007) define que o chapisco tem como função:

- ↳ Aumentar a aderência da argamassa;
- ↳ Homogeneizar absorção da base.

Referente à interdependência das camadas, JUNGINGER (2007) considera que em um sistema de revestimento, o comportamento de cada camada aplicada depende do desempenho da camada anterior. No caso de revestimentos de fachada, um dos itens mais importantes é a **aderência**, como já citado neste trabalho.

Como se tratam de produtos cimentícios, alguns cuidados devem ser tomados, de maneira que eleve a eficácia da aderência, conforme figura a seguir:

Figura 4: Cuidados necessários para manter uma boa aderência



Fonte: Autor.

² Comissão de Estudos da ANBT-CE 02:109-10 – Normas de assentamento Cerâmico, Slide 15. - 21.09.2011. Material fornecido pelo Eng. Max Junginger.

2.2 Argamassa colante: função e os tipos existentes

MEDEIROS e SABBATINI (1999) informam que os materiais adesivos têm como principal função permitir a aderência das placas cerâmicas aos substratos ou às outras camadas que lhe servem de bases. Esses materiais devem garantir os requisitos de segurança e durabilidade dos RCF³ estabelecidos no projeto.

Hoje em dia, são as argamassas adesivas os materiais mais empregados para a aplicação de RCF. A principal vantagem dessa argamassa reside basicamente no uso de camada fina no assentamento, permitindo a racionalização da execução e redução de custos. Além de simplificar a técnica de colocação das placas cerâmicas, dissociando os serviços de regularização do serviço de acabamento superficial, o uso adequado da argamassa adesiva proporciona as seguintes principais vantagens:

- ✓ Maior produtividade no assentamento;
- ✓ Manutenção das características dos materiais;
- ✓ Maior uniformização do serviço;
- ✓ Facilidade de controle;
- ✓ Menor consumo de material;
- ✓ Maior possibilidade de adequação às necessidades do projeto;
- ✓ Grande potencial de aderência.

Seguem as designações normalizadas para as argamassas colantes (AC), conforme NBR 14081-1:2012:

Tabela 1: Designações normalizadas para as argamassas colantes (AC)

Tipo I - AC I	Argamassa colante industrializada com características de resistência às solicitações mecânicas e termo-higrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais.
Tipo II - AC II	Argamassa colante industrializada com características de adesividade que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes internos e externos sujeitos a ciclos de variação termo-

³ RCF é a representação da denominação de Revestimento Cerâmico de Fachada (técnica convencional com uso de chapisco e emboço).

	higrométrica e à ação do vento.
Tipo III - AC III	Argamassa colante industrializada que apresenta aderência superior em relação às argamassas dos tipos I e II.
Argamassa colante industrializada com tempo em aberto estendido (E)	Argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III, com tempo em aberto estendido.
Argamassa colante industrializada com deslizamento reduzido (D)	Argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III, com deslizamento reduzido.

Fonte: Extraído da NBR 14081-1:2012 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 1: Requisitos. p.6

A próxima tabela contempla as propriedades dos tipos das argamassas colantes segundo a NBR 14081:1-2012.

Tabela 2: Propriedades fundamentais para argamassas colantes

Requisito		Método de ensaio	Unidade	Critério		
				AC I	AC II	AC III
Tempo em Aberto		ABNT NBR 14081-3	min	≥15	≥20	≥20
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em função do tipo de cura	Cura normal	ABNT NBR 14081-4	MPa	≥0,5	≥0,5	≥1,0
	Cura submersa			≥0,5	≥0,5	≥1,0
	Cura em estufa			≥0,5	≥0,5	≥1,0

Fonte: Extraído da NBR 14081-1:2012 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 1: Requisitos. p.7

Tabela 3: Propriedades opcionais para argamassas colantes

Requisito	Método de ensaio	Critério
Tempo em aberto estendido (E)	ABNT NBR 14081-3	Argamassa do tipo I, II ou III, com tempo em aberto estendido no mínimo 10 min além do especificado como propriedade fundamental
Deslizamento reduzido (D)	ABNT NBR 14081-5	Argamassa do tipo I, II ou III, com deslizamento menor ou igual a 2mm
As siglas “E” e “D”, relativas respectivamente às propriedades opcionais de “tempo em aberto estendido” e “deslizamento reduzido”, devem estar marcadas nas embalagens das argamassas colantes destinadas a atender a tais propriedades.		

Fonte: Extraído da NBR 14081-1:2012 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 1: Requisitos. p.7

Segundo GOLDBERG (1998 apud MEDEIROS e SABBATINI, 1999), os polímeros acrílicos e estirenos-butadienos⁴ são os que apresentam maior potencial de uso em RCF, pois podem ser formulados para permitir que as argamassas apresentem alta aderência e flexibilidade. Essa opinião é confirmada por uma série de estudos e pesquisas que têm mostrado que as argamassas adesivas modificadas por látices acrílicos e estirenos-butadienos são as que apresentam em geral melhor desempenho para a fixação de placas cerâmicas em fachadas. (RIUNNO e MURELLI, 1992; ROTHBERG, 1992; MEDEIROS, SABBATINI e AKIAMA, 1998 apud MEDEIROS e SABBATINI, 1999).

2.3 Requisitos referentes à Norma de Desempenho

A Norma de Desempenho passou a vigorar em julho de 2013, quando inicialmente estava focada na edificação com gabarito de até cinco pavimentos. Na sua revisão final ficou definida para ser utilizada em edificações de qualquer altura e padrão econômico.

⁴ É um material termoplástico rígido e leve, com alguma flexibilidade e resistência na absorção de impacto, muito comum na fabricação de produtos moldados para usos diversos. Esta resina sintética termoplástica pode assumir quaisquer formas e cores, por moldagem térmica a altas temperaturas e adição de pigmentos. Consulta ao site em 11.08.2014; http://pt.wikipedia.org/wiki/Acrilonitrila_butadieno_estireno.

Sendo intitulada de NBR 15575:2013⁵, é dividida em seis partes.

A Parte I, define que Desempenho é o “conjunto de requisitos e critérios estabelecidos para uma edificação habitacional e seus sistemas, com base em requisitos do usuário, independentemente da sua forma ou dos materiais constituintes”.

Dessa forma, faz-se importante que no ato da definição do critério executivo a ser adotado para a fachada, deve-se verificar não somente os materiais, mas também como estes desempenham no sistema adotado ao longo da sua vida útil.

Uma vez definido que o revestimento da fachada será cerâmico assentado diretamente em alvenaria estrutural bloco de concreto (RCDF), deve-se levar em consideração que esse conceito de execução deverá atender aos requisitos contemplados nas normas pertinentes ao uso do Revestimento Cerâmico, bem como na Norma de Desempenho.

A NBR 15575-1:2013 contempla que os projetos devem atender:

2.3.1 Norma de Desempenho – Requisito Estanqueidade

- ↳ A exposição à água de chuva, à umidade proveniente do solo e àquela proveniente do uso da edificação habitacional, deve ser considerada em projeto, pois a umidade acelera os mecanismos de deterioração e acarreta a perda das condições de habitabilidade e de higiene do ambiente construído.
- ↳ Assegurar estanqueidade às fontes de umidades externas ao sistema.

A NBR 15575-2:2013 contempla que:

- Outros aspectos do desempenho que condigam com a sua inserção no meio habitacional, tais como segurança contra incêndio, segurança no uso e operação, estanqueidade, conforto térmico, conforto acústico, conforto lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico e adequação ambiental, são tratados mais propriamente na ABNT NBR 15575-1.

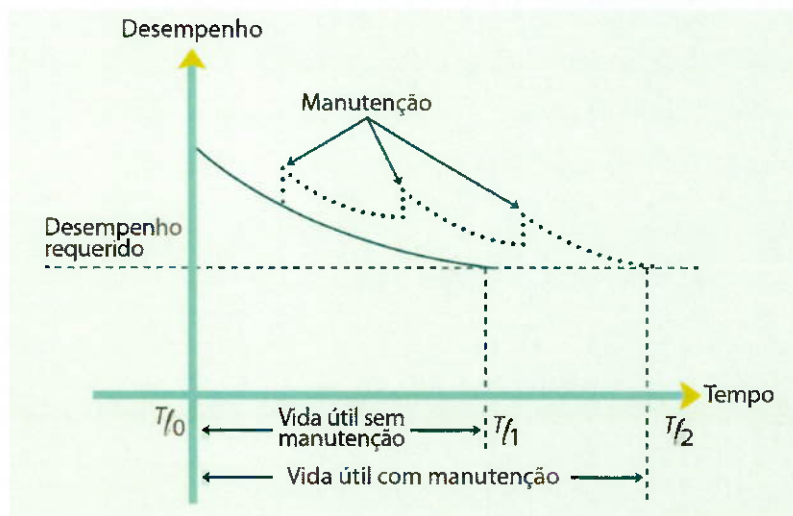
⁵ Fonte: Consulta ao site da ABNT, em 06.08.2014, no qual consta: “Foi publicada, em 19 de fevereiro, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a Norma Brasileira ABNT NBR 15575 – Edificações Habitacionais - Desempenho, que contém seis partes: Requisitos Gerais (NBR 15.575-1); Sistemas estruturais (NBR 15.575-2); Sistemas de pisos (NBR 15.575-3); Sistemas de vedações verticais internas e externas (NBR 15.575-4); Sistemas de coberturas (NBR 15.575-5); e Sistemas hidrossanitários (NBR 15.575-6)”.

O Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013 (CBIC) define alguns requisitos que contemplam o desempenho do sistema, sendo:

2.3.2 Norma de Desempenho – Requisito Durabilidade

Define que Durabilidade é a “capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenção especificadas no Manual de Uso, Operação e Manutenção”. Portanto, o termo “durabilidade” expressa o período esperado de tempo em que um produto tem potencial de cumprir as funções a que foi destinado, num patamar de desempenho igual ou superior àquele predefinido. Para tanto, há necessidade de correta utilização, bem como de realização de manutenções periódicas em estrita obediência às recomendações do fornecedor do produto, sendo que as manutenções devem recuperar parcialmente a perda de desempenho resultante da degradação, conforme gráfico a seguir:

Gráfico 1: Recuperação do desempenho por ações de manutenção



Fonte: GUIA CBIC - NBR 15575-1. p.33⁶

Referente ao Revestimento da Fachada, a NBR15575:2013 contempla que o desempenho desse sistema deve atender a questões como: estanqueidade, acústica, conforto térmico e desempenhar em boas condições de manutenção um período de uso denominado como Vida Útil, o qual deverá ser definido em projeto.

⁶ Guia Orientativo da Norma de Desempenho, disponível para *download* no site da Câmara Brasileira da Indústria da Construção em 06.08.2014: <http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/guia-orientativo-da-nova-norma-de-desempenho-pode-ser-acessado-no-site-da-c>

2.3.3 Norma de Desempenho – Requisito Definição de Vida Útil

A NBR 15575:2013 define que vida útil é o “período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal e certificada)”.

IMPORTANTE – “Interferem na vida útil, além da vida útil projetada, das características dos materiais e da qualidade da construção como um todo, o correto uso e operação da edificação e de suas partes, a constância e efetividade das operações de limpeza e manutenção, alterações climáticas e níveis de poluição no local da obra, mudanças no entorno da obra ao longo do tempo (trânsito de veículos, obras de infraestrutura, expansão urbana), etc. O valor real de tempo de vida útil será uma composição do valor teórico de Vida Útil Projetada devidamente influenciado pelas ações da manutenção, da utilização, da natureza e da sua vizinhança. As negligências no cumprimento integral dos programas definidos no manual de operação, uso e manutenção da edificação, bem como ações anormais do meio ambiente, irão reduzir o tempo de vida útil, podendo este ficar menor que o prazo teórico calculado como Vida Útil Projetada”.

Dessa maneira, o projeto deve especificar o valor teórico para a Vida Útil de Projeto (VUP) para cada um dos sistemas que o compõem, não inferiores aos estabelecidos na Tabela a seguir, e deve ser elaborado para que os sistemas tenham uma durabilidade potencial compatível com a Vida Útil de Projeto (VUP).

É de grande importância que no instante da definição do revestimento que será aplicado na fachada, que sejam definidos os critérios para manutenção, como por exemplo, a elaboração do Manual de Manutenção e Conservação.

Através desse Manual, o responsável em zelar pela integridade do sistema saberá o material a ser aplicado para limpeza e conservação das juntas e demais itens existentes no revestimento da fachada, mantendo, dessa forma, o bom desempenho do sistema, como também prolongando o período de uma intervenção de reparo mais onerosa e consequentemente conservando o período da vida útil do revestimento.

Tabela 4: Vida útil de Projeto ⁷

Parte da edificação	Exemplos	VUP anos	
		Mínimo	Superior
Estrutura principal	Fundações, elementos estruturais (pilares, vigas, lajes e outros), paredes estruturais, estruturas periféricas, contenções e arrimos	≥ 50	≥ 75
Estruturas auxiliares	Muros divisórios, estrutura de escadas externas	≥ 20	≥ 30
Vedação externa	Paredes de vedação externas, painéis de fachada, fachadas-cortina	≥ 40	≥ 60
Vedação interna	Paredes e divisórias leves internas, escadas internas, guarda-corpos	≥ 20	≥ 30
Cobertura	Estrutura da cobertura e coletores de águas pluviais embutidos	≥ 20	≥ 30
	Telhamento	≥ 13	≥ 20
	Calhas de beiral e coletores de águas pluviais aparentes, subcoberturas facilmente substituíveis	≥ 4	≥ 6
	Rufos, calhas internas e demais complementos (de ventilação, iluminação, vedação)	≥ 8	≥ 12
Revestimento interno aderido	Revestimento de piso, parede e teto de argamassa, de gesso, cerâmicos, pétreos, de tacos e assoalhos e sintéticos	≥ 13	≥ 20
Revestimento interno não-aderido	Revestimentos de pisos: têxteis, laminados ou elevados; lambris;	≥ 8	≥ 12
Revestimento de fachada aderido e não aderido	Revestimento, molduras, componentes decorativos e cobre-muros	≥ 20	≥ 30
Piso externo	Pétreo, cimentados de concreto e cerâmico	≥ 13	≥ 20

Fonte: NBR 15575-1:2013 – Desempenho; Requisitos gerais. p.47

A Norma de Desempenho preconiza que os novos empreendimentos aprovados a partir de julho de 2013 atendam a uma série de requisitos, dentre eles estão:

a) SEGURANÇA

1. Desempenho estrutural
2. Segurança contra incêndio
3. Segurança no uso e operação

b) SUSTENTABILIDADE

1. Durabilidade
2. Manutenibilidade
3. Adequação ambiental

c) HABITABILIDADE

1. Estanqueidade
2. Conforto térmico
3. Conforto acústico
4. Conforto lumínico
5. Saúde e higiene
6. Funcionalidade e acessibilidade
7. Conforto tátil
8. Qualidade do ar

⁷ Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à norma ABNT NBR 14037.

3 ELABORAÇÃO PROJETO DE PRODUÇÃO – REVESTIMENTO DA FACHADA

De acordo com SILVEIRA (2014)⁸, o revestimento cerâmico aplicado em fachada passou a ser adotado somente no fim do século XVIII, quando, inicialmente, era utilizado pela sua durabilidade e fatores climáticos. Porém, com o passar do tempo, as pessoas passaram a admirar o revestimento cerâmico também pela sua beleza, o que permitiu expandir seu uso para as regiões Norte, Nordeste e Rio de Janeiro.

MEDEIROS e SABBATINI (1999) ressaltam que o trabalho em fachada tem uma série de condições que precisam ser atendidas para favorecer a qualidade e a produtividade da execução na obra. As condições nas fachadas são mais críticas principalmente porque os serviços são desenvolvidos quase sempre a céu aberto e em condições de segurança desfavoráveis para manuseio dos materiais. Esses serviços são realizados normalmente em plataformas de trabalho, montadas provisoriamente na região da fachada do edifício. Essas plataformas podem ser montadas através de duas formas distintas: por meio de andaimes fixos ou móveis ou suspensos. Os andaimes fixos de torre são chamados de fachadeiros e os móveis ou suspensos chamados de balancins.

MEDEIROS e SABBATINI (1999) afirmam que a ferramenta mais importante para a aplicação do revestimento cerâmico na fachada é a desempenadeira. O tipo de desempenadeira, forma e profundidades dos dentes devem ser observados atentamente. Essa escolha deve ser conduzida principalmente em função do tipo de placa cerâmica a ser utilizada e do relevo que ela apresenta no verso. Esse relevo do tardo é determinante para a definição da espessura da camada de argamassa adesiva e garantia de uma distribuição uniforme do material de fixação.

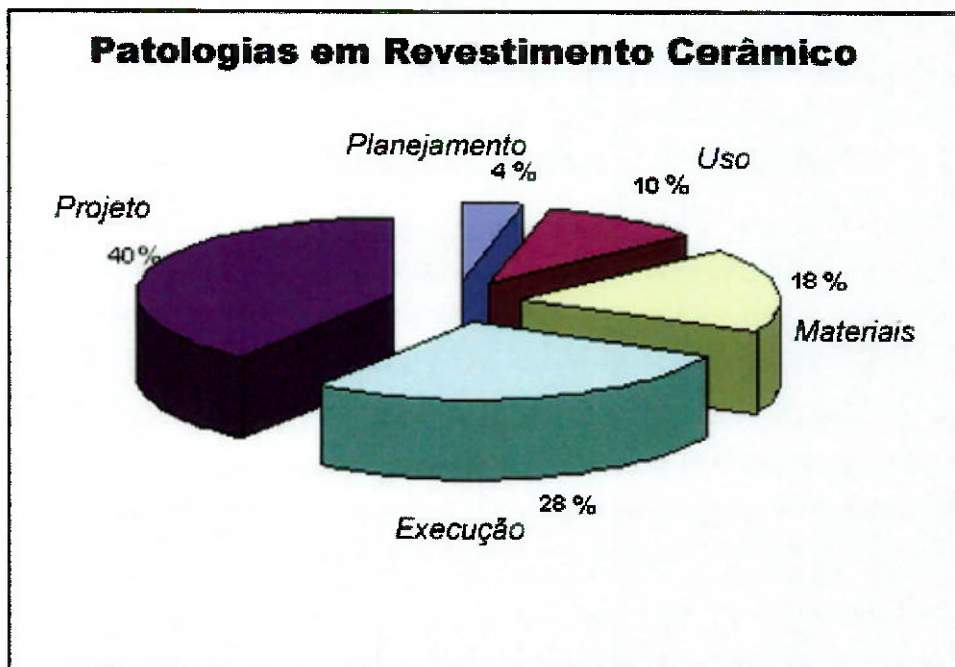
As argamassas devem ser preferencialmente preparadas com misturadores elétricos. Podem ser empregados, basicamente, dois tipos de misturadores: hastes helicoidais acionadas por furadeira elétrica e misturador de base fixa e haste planetária. Ambos os equipamentos apresentam eficiência adequada para a mistura de argamassas adesivas, permitindo, além da homogeneização adequada, a incorporação de vazios na forma de microbolhas provocadas pelos aditivos incorporadores de ar.

DARINI (2006) relata que as patologias existentes nos revestimentos cerâmicos são decorrentes da ausência e/ou deficiência da elaboração de projetos. O sucesso desse critério

⁸ Fonte: Web site - Histórico dos Revestimentos Cerâmicos; em 18.07.2014 – (<http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/ceramica/principal7.htm>).

executivo só é obtido com o desenvolvimento de eficientes projetos e procedimentos de execução.

Gráfico 2: Manifestações patológicas em revestimento cerâmico



Fonte: DARINI (2006). p.23⁹

RIBEIRO e BARROS (2010 apud SABBATINI, 1999), após analisarem patologias ocorrentes em fachadas, verificaram que elas decorrem, quase em sua totalidade, de decisões de projeto e de construção equivocadas, com origem no desconhecimento técnico, de certa forma generalizado, de todos os agentes da cadeia de construção de edifícios sobre como projetar e construir de modo a evitar patologias. Esse desconhecimento é resultado da carência de pesquisa no tema, da ausência de publicações focadas na tecnologia desses revestimentos e na pobre disseminação dos conceitos que fundamentam as decisões técnicas durante as etapas de projeto, construção e uso das edificações.

A importância da elaboração de projeto para revestimento cerâmico da fachada é citada por MEDEIROS e SABBATINI (1999), os quais abordam que desenvolver o projeto para produção (PPP) de revestimento cerâmico da fachada é necessário por razões técnicas e econômicas. Além de definir os meios para que o planejamento e a programação da produção

⁹ Proposta de metodologia para aplicação de revestimentos cerâmicos em fachadas de edificações de alvenaria estrutural de blocos de concreto. Tese de Dissertação de Mestrado, apresentada ao IPT. São Paulo, 2006.

sejam eficientes, o projeto deve permitir exercer o controle de qualidade do processo dos materiais e da execução, pois oferece os principais subsídios para isso.

Esse processo deve considerar um conjunto de parâmetros que permitam atingir os objetivos do empreendimento. Para analisar seu comportamento, portanto, é necessário considerar não apenas o desempenho de cada camada isoladamente, mas o desempenho do sistema como um todo, desde a base suporte, até o material cerâmico de revestimento externo (placa cerâmica).

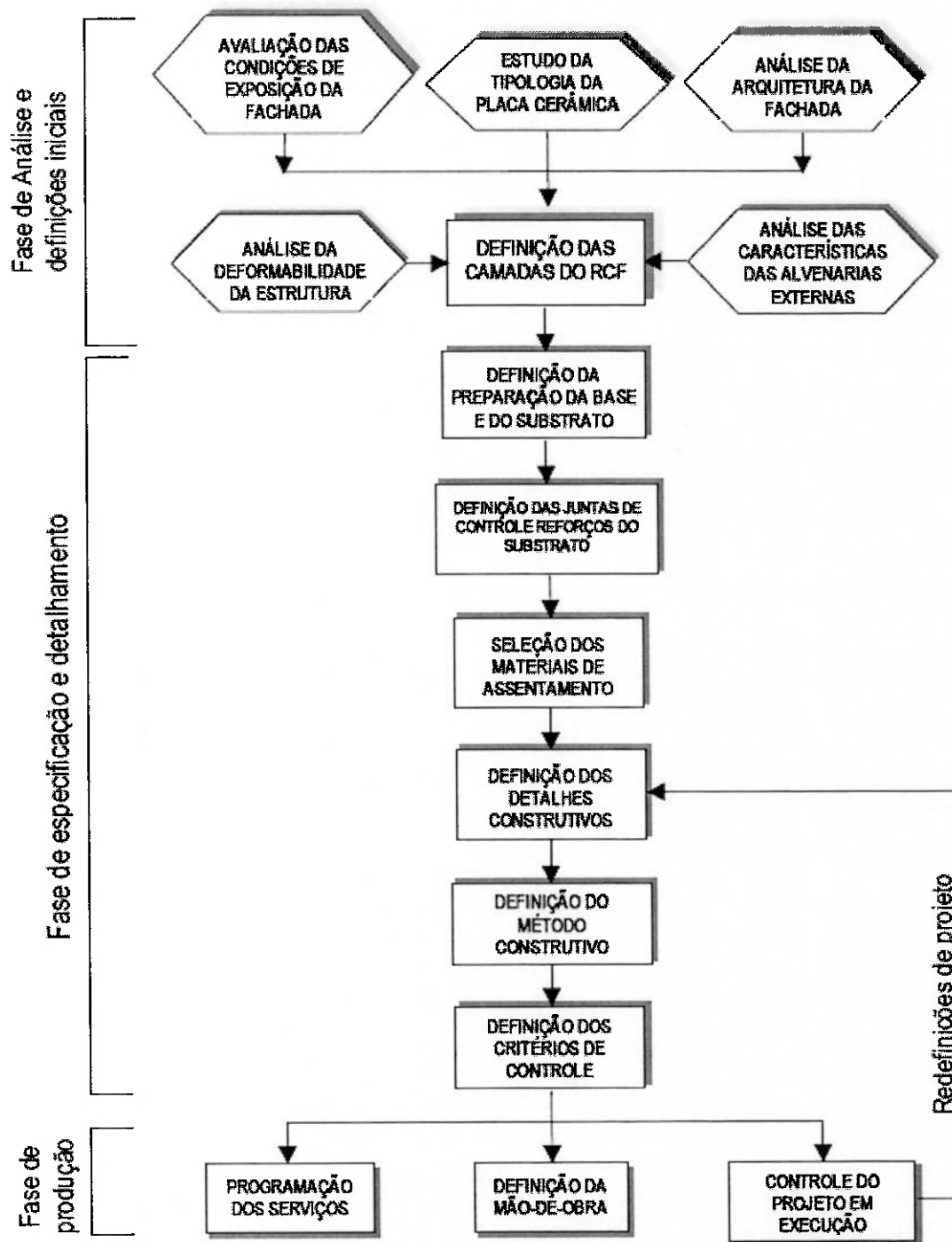
É necessário que se tenha sempre em mente o comportamento global do revestimento sem perder de vista seus requisitos funcionais fundamentais e as interferências potenciais de cada decisão, por mais particular que ele seja. Para isso, o revestimento cerâmico de fachada deve então ser considerado como um sistema constituído de camadas de diferentes materiais que apresentam propriedades distintas entre si.

A elaboração do PPP¹⁰ de revestimento cerâmico da fachada, de acordo com MEDEIROS e SABBATINI (1999), requer a consideração de muitas variáveis e parte importante delas ainda são de conhecimento tecnológico restrito. Entretanto, com base no que já se conhece sobre o comportamento dos revestimentos de fachada, sua interação com a base e os materiais que o constituem, é possível organizar uma série informações de modo a considerá-las na elaboração de um projeto com o objetivo de reduzir patologias e obter desempenho. O PPP desdobra-se em eventos cronologicamente ordenados, podendo haver retroalimentação entre os diferentes estágios de sua evolução.

Agrupando as diversas etapas do processo, foi possível identificar três fases distintas de desenvolvimento, organizando-as em uma estratégia de elaboração de projeto essencialmente linear. As fases e etapas para desenvolvimento do processo de projeto de revestimento cerâmico de fachada proposta são apresentadas de modo genérico no fluxograma da figura 5.

¹⁰ Projeto para Produção.

Figura 5: Fluxograma geral das principais etapas do processo de projeto de revestimentos cerâmicos de fachada.



Fonte: MEDEIROS e SABBATINI (1999), p. 21¹¹

Considerações importantes:

¹¹ Material disponível em Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – Departamento Engenharia de Construção Civil, ISSN 0103-9830, BT/PCC/246 – São Paulo, 1999.

Na **FASE DE ANÁLISE E DEFINIÇÕES INICIAIS** considera-se principalmente a exeqüibilidade do projeto, analisando-se as soluções possíveis para o problema. O resultado dessa fase é um conjunto de definições e alternativas potenciais de solução e o estabelecimento de uma concepção geral para o projeto. São consideradas nessa análise as definições do projeto de arquitetura, as condições de exposição da fachada, bem como a avaliação da deformabilidade e outras características das bases do revestimento cerâmico de fachada.

Na **FASE DE ESPECIFICAÇÃO E DETALHAMENTO** procura-se descrever a caracterizar a solução do projeto com base na tecnologia disponível e normalização pertinente. Após a definição genérica das camadas, as atividades a serem desenvolvidas consideram as especificações necessárias, desde a preparação da base até os critérios de controle de produção, passando pela definição de juntas e reforços, seleção de materiais de assentamento, métodos e detalhes construtivos.

Na **FASE DE PRODUÇÃO** deve ocorrer a implantação do PPP na obra e a verificação prática das soluções projetadas, primeiramente em escala piloto e depois em regime de trabalho. São definidos também os parâmetros a serem considerados para a programação dos serviços e definição da mão-de-obra, incluindo-se até as ações de apoio do projetista à produção do revestimento cerâmico de fachada.

4 APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DIRETAMENTE NA FACHADA DE EDIFÍCIO DE ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO DE CONCRETO E OS CUIDADOS NECESSÁRIOS

A aplicação de revestimento cerâmico assentado diretamente na fachada de alvenaria estrutural de bloco de concreto requer uma série de cuidados, a exemplo da elaboração do projeto do revestimento de fachada, conforme já apresentado em capítulo anterior. Esse projeto deverá contemplar técnicas de execução, bem como a localização das juntas, os tipos de materiais que deverão ser adquiridos, requisitos para a preparação da mão-de-obra, entre outras informações, para que haja um bom desempenho do sistema após sua conclusão.

Dessa forma, será analisado o procedimento adotado por duas construtoras da cidade de São Paulo que praticaram essa Técnica de Aplicação do RCDF, as quais se apoiaram unicamente em Procedimento de Execução por elas elaborado.

Essa análise contempla a metodologia adotada pelas empresas construtoras e pontua as divergências detectadas nesse procedimento que possam promover potenciais patologias.

Inicialmente, é possível citar que o revestimento cerâmico assentado diretamente na fachada (RCDF) deve ter seu procedimento elaborado especificamente para essa técnica, ou seja, procedimento elaborado para revestimento cerâmico em fachada (RCF) não poderá ser aplicado uma vez que o desempenho do sistema resultará de maneira diferente, devido à ausência do chapisco e do emboço.

Os Procedimentos de Execução adotados pelas empresas encontram-se na íntegra no Anexo 01.

A análise será desenvolvida destacando as etapas mais críticas¹² contempladas nos procedimentos.

Cabe esclarecer que fazer o uso somente do procedimento não isentará as empresas da eliminação de patologias, sendo assim de grande importância o desenvolvimento do projeto de produção, conforme já citado neste trabalho, sobretudo o desenvolvimento de um planejamento para a execução dos serviços, conforme ilustra a figura 6.

¹² Consideram-se críticas as etapas existentes nos procedimentos, que poderão promover falhas durante o processo de execução, vícios construtivos e uso de materiais inadequados, que, por suas vezes, poderão promover patologias.

Figura 6: Roteiro para desenvolver o planejamento de como executar o RCDF.



Fonte: Figura baseada na ferramenta do PDCA¹³

Por se tratar de uma nova tecnologia dentro da cultura da empresa, BARROS (1996), destaca que é de grande importância:

- Desenvolver as atividades de projetos;
- Desenvolver a documentação necessária ao processo;
- Desenvolver os recursos humanos;
- Desenvolver o setor de suprimento voltado à produção;
- Desenvolver o controle dos processos de produção.

Eleva-se, dessa forma, a possibilidade de obter o sucesso e minimiza-se a ocorrência de patologias.

¹³ O ciclo PDCA consiste em uma seqüência de passos utilizada para controlar qualquer processo definido. É uma ferramenta de Gestão da Qualidade. P =Plan; D = Do; C=Check e A = Act

5 ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DIRETAMENTE EM FACHADA DE ALVENARIA ESTRUTURAL, ELABORADO PELA CONSTRUTORA MODELO 1 E CONSTRUTORA MODELO 2

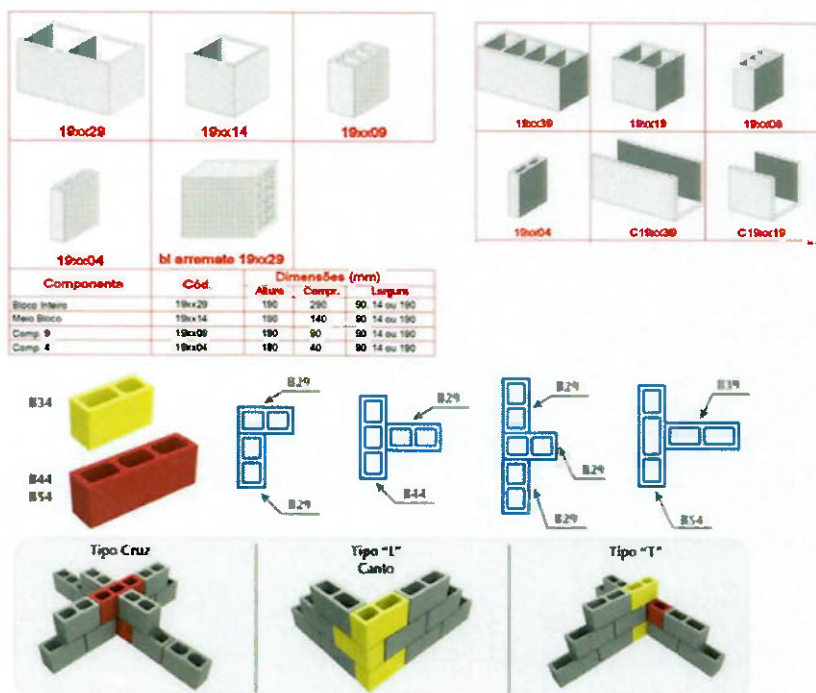
O autor esclarece que as análises serão divididas por considerações, de acordo com a estrutura dos procedimentos de execução das empresas construtoras, conforme segue:

5.1.1 Componente Bloco Estrutural Concreto

O bloco estrutural de concreto utilizado na estrutura deve fornecer boa planicidade e alinhamento, e a mão-de-obra deverá ser responsável por proporcionar uma excelente precisão do prumo, o que atribui a essa equipe uma grande responsabilidade no processo construtivo.

Nesse sentido, a escolha do fornecedor do bloco estrutural de concreto tem grande importância nessa técnica da aplicação do RCDF, uma vez que a qualidade do bloco de concreto está diretamente relacionada à qualidade da execução do serviço.

Figura 7: Modelo da especificação dos blocos de concreto



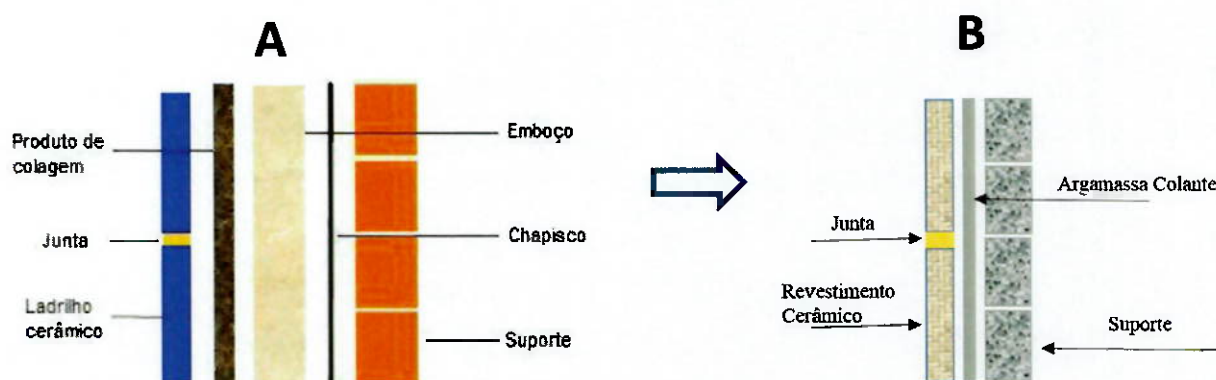
Fonte: Material utilizado na disciplina TGP 116 – Tecnologia de Processos Construtivos em Alvenaria Estrutural – Curso Pós Graduação – Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios – 12ª Turma (2011) - POLI-INTEGRA

Cabe esclarecer que a técnica do Revestimento Cerâmico em Fachada (RCF) contempla o chapisco e o emboço, os quais tem importantes funções no sistema da fachada, como citado neste trabalho. Entre essas funções está a capacidade de absorver acomodações da estrutura e promover uma maior estanqueidade ao sistema.

Para o sistema RCDF, esta etapa passa ser algo preocupante, pois a alvenaria estrutural de bloco de concreto está mais suscetível a problemas de absorção de água, uma vez que não se faz o uso do chapisco e emboço, conforme comparativo apresentado na figura 8, o que exige da técnica RCDF avaliar todo o sistema, inclusive contemplando o desempenho do Bloco de Concreto.

Observe que a figura A permite uma maior estanqueidade à base (suporte), bem como absorve parte do esforço de acomodação da estrutura, através das camadas do chapisco e emboço. Já a figura B, apresenta-se mais frágil em relação à questão de estanqueidade e absorção de esforço de acomodação.

Figura 8: Comparativo entre as camadas da tecnologia RCF e RCDF



Fonte: Figura A, MEDEIROS e SABBATINI (1999), p.9.

Figura B, elaborada pelo Autor.

FARIAS¹⁴ considera que os critérios para verificar o desempenho de uma parede de alvenaria estrutural em bloco de concreto devem levar em consideração:

- A qualidade do Bloco de Concreto;
- A qualidade da argamassa de assentamento;

¹⁴ Eng. Márcio S. Faria, material de pesquisa localizado no web site: <http://comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/229/anexo/matercomp.pdf>, em 08.08.2014. "Alvenaria Estrutural com Blocos de Concreto – Materiais e Componentes".

- ☑ A qualidade e aplicação correta do Graute;
- ☑ A forma da aplicação da argamassa;
- ☑ O projeto da alvenaria;
- ☑ A capacidade profissional da mão de obra;

5.1.2 Permeabilidade em Parede

FARIAS¹⁴ destaca que os critérios para considerar uma parede estanque são:

- ☑ O tempo para o aparecimento da primeira mancha na face posterior da parede deve ser superior a 3 horas;
- ☑ A área da mancha observada a 5 horas após o início do ensaio deve ser inferior a 5% da área exposta à água;
- ☑ Área da mancha observada a 7 horas após o início do ensaio deve ser inferior a 7% da área exposta à água.

Foto 4: Critérios para considerar uma parede estanque



Fonte: Eng. Márcio S. Farias¹⁴

Foto 5: Critérios para considerar uma parede estanque



Fonte: Eng. Márcio S. Farias¹⁴

Foto 6: Critérios para considerar uma parede estanque



Fonte: Eng. Márcio S. Farias¹⁴

- ☑ Produzir uma parede que atenda aos requisitos de estanqueidade recomendados não depende apenas do componente bloco, mas também da argamassa de assentamento;
- ☑ O recomendável, hoje, é tratar a alvenaria com a aplicação de produtos impermeabilizantes, colorindo-a ou não.

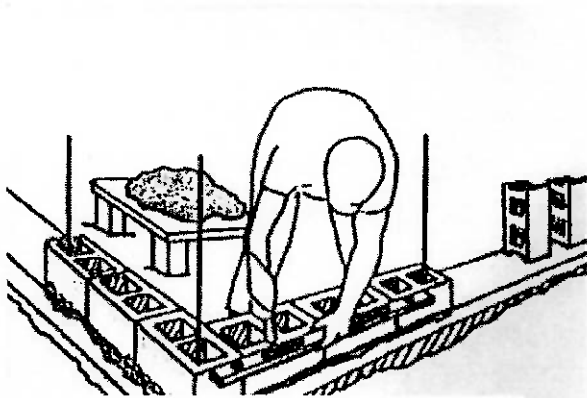
A seguir é apresentado o resultado de ensaios de estanqueidade em blocos de concreto que mostram a complexidade do assunto.

PERMEABILIDADE: para FARIAS¹⁴, a permeabilidade máxima de cada bloco deve ser igual à estabelecida pela ACI 530.1, determinada de acordo com a ASTM E 514.

5.1.3 Alinhamento e Nível de Parede

ANTUNES (2005 apud PRUDÊNCIO, 2002) informam que o nível e o alinhamento de cada fiada são praticamente garantidos com o posicionamento das linhas de náilon a partir dos blocos de canto ou escantilhões. Para isso, alguns, cuidados devem ser observados. Quando a distância entre as extremidades da linha for grande (maior que 4 m), deverá ser verificado o nível de sua posição central, com um equipamento apropriado. Se o desnível observado for superior a 3mm, deve-se esticar mais a linha. Mesmo com todos os cuidados, é importante que se faça uma conferência no nível da 6ª fiada. Isso serve para evitar que uma possível correção seja realizada na última fiada, assim tendo que absorver todo o erro acumulado de nivelamento, fazendo com que essa junta fique muito espessa em certas paredes, o que comprometeria sua resistência.

Figura 9: Verificação do alinhamento



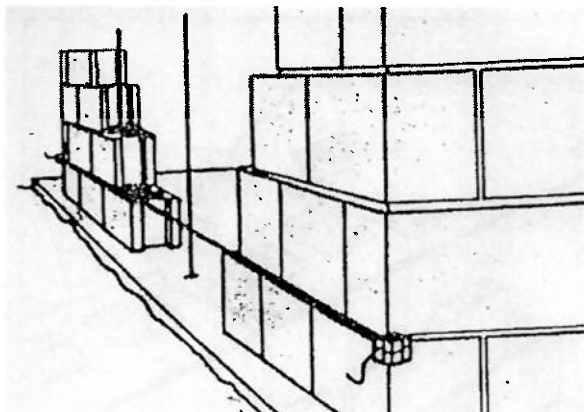
Fonte: Apostila Curso Glasser Soluções em Alvenaria Estrutural, (sem data)

Figura 10: Verificação do alinhamento em diagonal



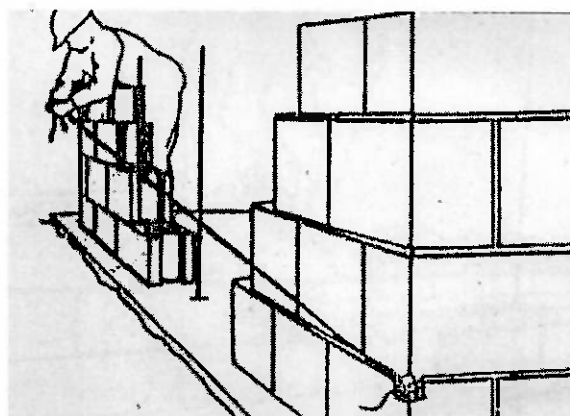
Fonte: Apostila Curso Glasser Soluções em Alvenaria Estrutural, (sem data)

Figura 11: Linha de referência em sua posição final



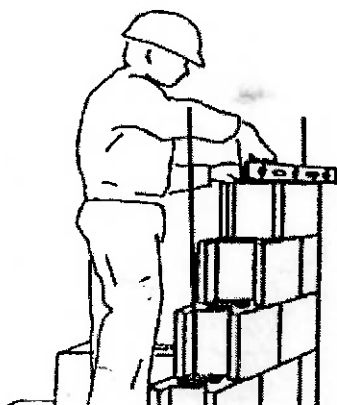
Fonte: Apostila Curso Glasser Soluções em Alvenaria Estrutural, (sem data)

Figura 12: Colocação de linha de referência para alinhamento dos blocos intermediários



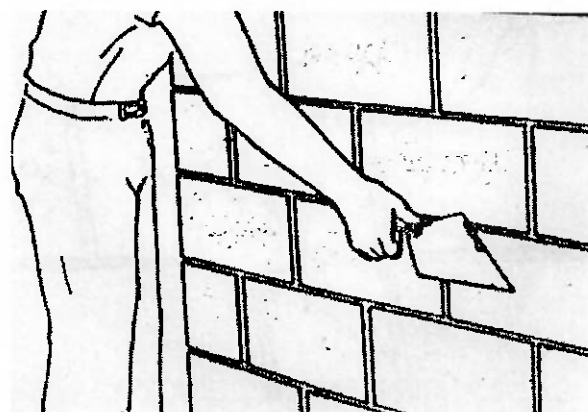
Fonte: Apostila Curso Glasser Soluções em Alvenaria Estrutural, (sem data)

Figura 13: Verificação da horizontalidade superior (nível)



Fonte: Apostila Curso Glasser Soluções em Alvenaria Estrutural, (sem data)

Figura 14: Limpeza da sobra de argamassa

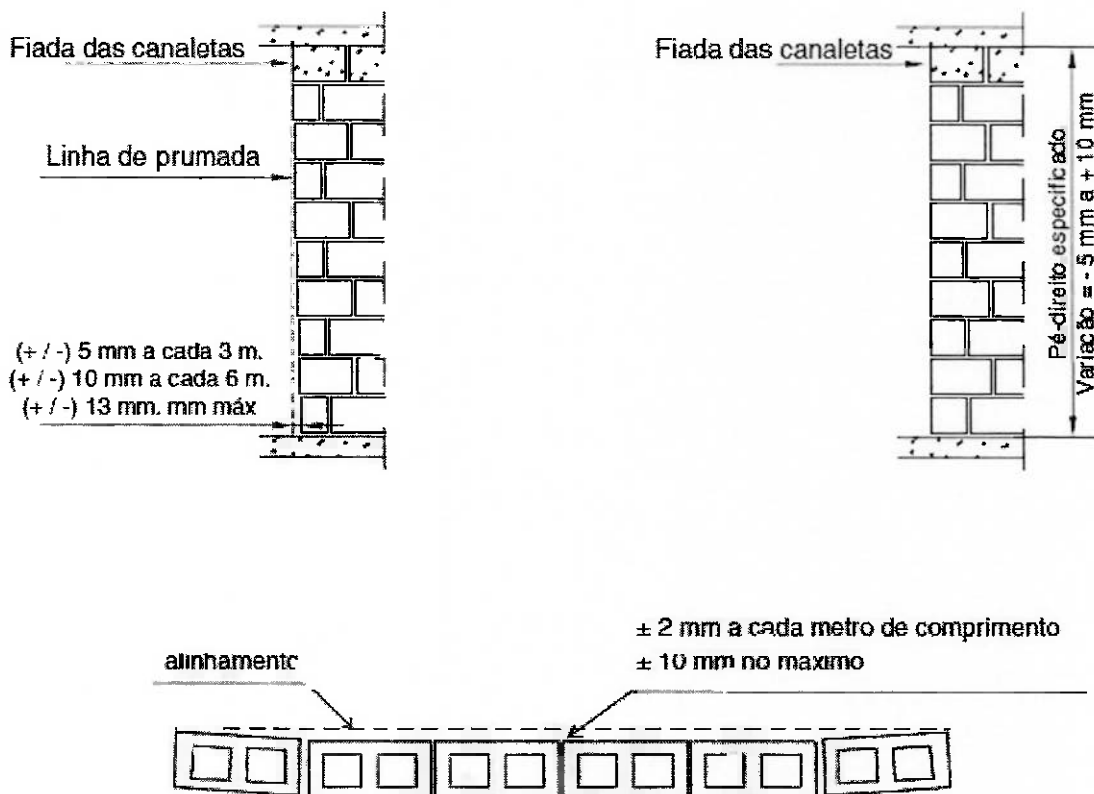


Fonte: Apostila Curso Glasser Soluções em Alvenaria Estrutural, (sem data)

5.1.4 Prumo das Paredes

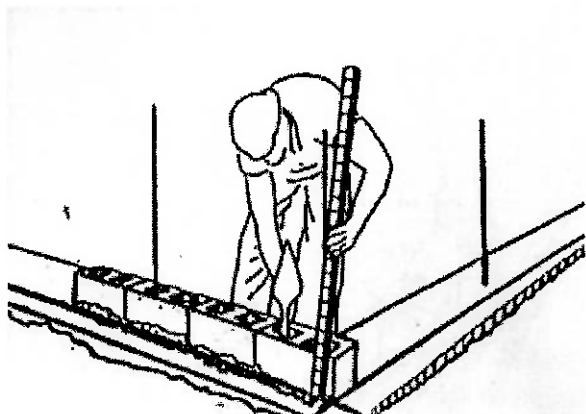
ANTUNES (2005 apud PRUDÊNCIO, 2002) explica que a cada novo assentamento de primeira fiada, feito durante a construção dos diversos pavimentos de um edifício, a locação dos blocos-chave de canto deve ser precedida da transferência do prumo de referência, que se situa, geralmente, no térreo ou primeiro pavimento do edifício. Essa transferência pode ser feita com fios de prumo ou com equipamentos mais sofisticados, como o prumo a laser. É conveniente que se faça, em ambos os casos, uma conferência periódica da precisão dessa transferência de prumo, utilizando-se o próprio prumo a laser ou teodolito. A NBR 15961-2:2011 fixa que o desaprumo e o desalinhamento máximo das paredes e pilares do pavimento não podem superar 10mm, além de atender ao limite de 2mm/m, conforme figura 15. Na altura total do prédio o máximo desaprumo admitido é de 25mm.

Figura 15: Limites máximos para desaprumo e desalinhamento das paredes



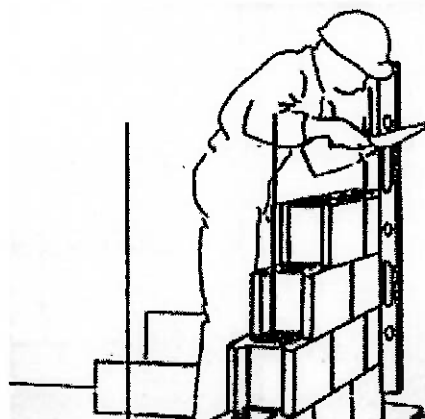
Fonte: NBR 15961-2, alvenaria Estrutural Blocos de Concreto: Parte 2: execução e controle de obras. p.16

Figura 16: Conferência da verticalidade (prumo)



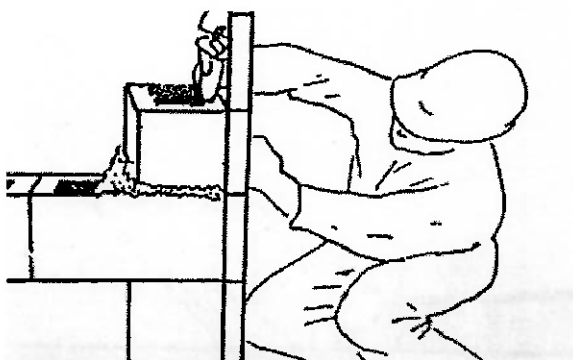
Fonte: Apostila Curso Glasser Soluções em Alvenaria Estrutural, (sem data)

Figura 17: Conferência da verticalidade (prumo)



Fonte: Apostila Curso Glasser Soluções em Alvenaria Estrutural, (sem data)

Figura 18: Verificação da posição em altura



Fonte: Apostila Curso Glasser Soluções em Alvenaria Estrutural, (sem data)

É de grande importância acompanhar o controle do prumo, alinhamento e planicidade e isso se faz necessário desde o início da atividade, uma vez que as áreas dessas paredes, após a conclusão, têm uma ordem de grandeza elevada, assim se o erro for acumulativo, chegará ao final com índices para correção também elevados.

De acordo com FARIAS¹⁴, paredes construídas fora de prumo, com empenamento ou desalinhadas em relação às paredes dos andares acima ou abaixo, darão origem a excentricidades no carregamento e conseqüentemente perda da capacidade resistente da alvenaria.

FARIAS¹⁴ destaca que paredes de alvenaria de tijolos que apresentaram defeitos desse tipo de 12 a 20mm tiveram sua resistência à compressão reduzida de 13 a 15%.

Fotos 7 e 8: Dimensões a ser considerada para fachada, prumo e alinhamento



Fonte: Autor

5.1.5 Planicidade das Paredes

Ainda segundo ANTUNES (2005 apud PRUDÊNCIO, 2002), a planicidade de uma parede é fundamental na edificação do tipo e espessura de revestimento a ser aplicado posteriormente na alvenaria. O controle pode ser feito com uma régua de bolhas, de comprimento na ordem de 2m. Essa régua, quando apoiada na face de referência de uma parede (face onde foi esticada a linha na construção das fiadas), mostra os seus desvios de planicidade, que devem ser no máximo de 3mm. Na face oposta da parede, deve ser verificado visualmente se os blocos de diferentes tipologias não apresentam uma diferença acentuada de espessura, mesmo que dentro das tolerâncias das normas. Importante lembrar que essa tolerância é de até $\pm 2\text{mm}$, o que pode gerar um desnível de até 4mm entre blocos. Se isso acontecer, o construtor deve entrar em contato com o fabricante para tentar trocar as partidas dos blocos especiais, ou então espessar o revestimento nessa face da alvenaria.

Tabela 5: Variáveis de controle geométrico na produção da alvenaria

Fator		Tolerância
Junta Horizontal	Espessura	± 3mm
	Nível	2mm/m 10mm no máximo
Junta Vertical	Espessura	± 3mm
	Alinhamento vertical	2mm/m 10 mm no máximo
Alinhamento da parede	Vertical (desaprumo)	± 2mm/m ± 10mm no máximo por piso ± 25mm na altura total do edifício
	Horizontal (desalinhamento)	± 2mm/m ±10 mm no máximo
Nível superior das paredes	Nivelamento da fiada de respaldo	± 10mm

Fonte: NBR 15961-2, alvenaria Estrutural Blocos de Concreto: Parte 2: execução e controle de obras. p.17

5.1.6 Tipos e a Localização das Juntas

Outro fator importante na aplicação do revestimento cerâmico direto em fachada da alvenaria estrutural em bloco de concreto é a localização das juntas e como executá-las.

Esse detalhamento deve estar contemplado no projeto de produção.

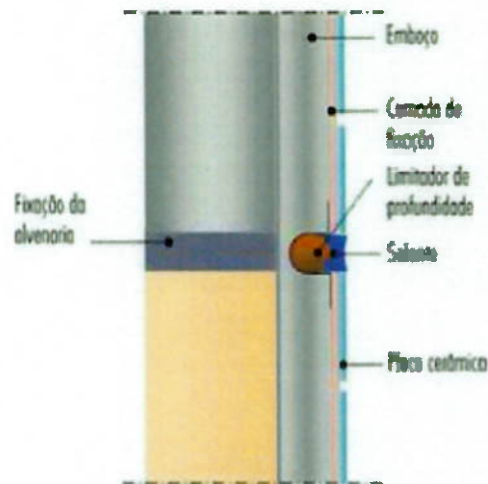
BARROS e SABBATINI (2001) destacam que tendo em vista o caráter modular do revestimento com componentes cerâmicos, sempre existirão juntas entre as peças. Além destas, em função das características da base, pode ser necessária a realização de juntas de trabalho ou de movimentação, projetadas para reduzir as tensões induzidas pelas deformações da base e/ou do revestimento, e de juntas de dilatação ou estruturais, que acompanham as juntas estruturais do edifício.

BARROS e RIBEIRO (2010) definem as juntas como:

- A) Junta de trabalho:** Junta que interrompe a superfície do revestimento nas regiões em que houver descontinuidade no substrato, com a função principal de acomodar os movimentos da sua base suporte, sobretudo aqueles resultantes da interação vedação-estrutura. A junta de trabalho intercepta todas as camadas do revestimento cerâmico e,

para que se mantenha a estanqueidade do revestimento, deverá ser projetada conforme figura 19:

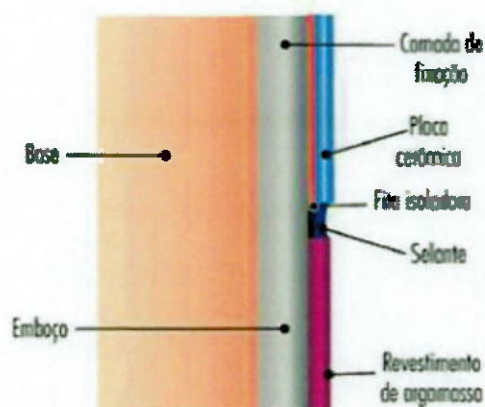
Figura 19: Representação da junta de trabalho



Fonte: RIBEIRO; BARROS (2010), Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas – Editora PINI, p.63

B) Junta de transição: A junta de transição interrompe as camadas de acabamento e fixação e tem como função principal permitir a transição entre materiais com diferentes características térmicas na fachada. Deverá ser projetada como ilustra a figura 20:

Figura 20: Representação da junta de transição

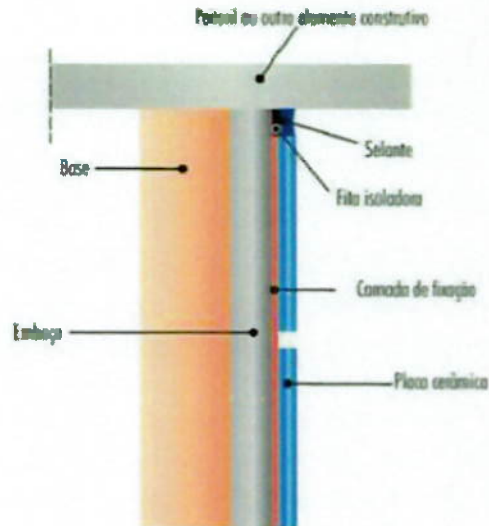


Fonte: RIBEIRO; BARROS (2010), Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas – Editora PINI, p.63

C) Junta de contorno: Junta, cuja função é separar as interfaces entre o revestimento cerâmico e outros elementos construtivos adjacentes. Essa junta intercepta as camadas

de acabamento e fixação, mas pode interceptar a camada de emboço em casos em que há necessidade de limitar as tensões nessa camada, conforme ilustra a figura 21:

Figura 21: Representação da junta de contorno

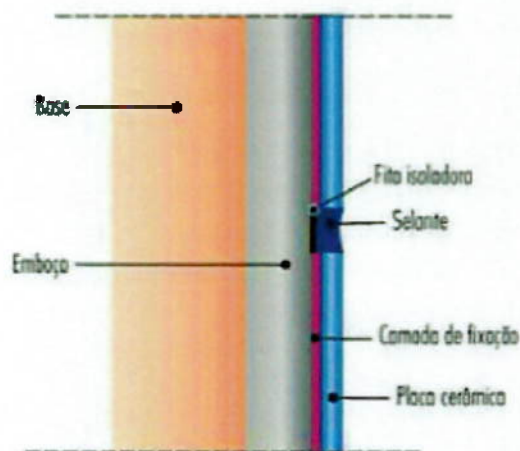


Fonte: RIBEIRO; BARROS (2010), Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas – Editora PINI, p.63

D) Junta de dessolidarização: Junta, cuja função é dessolidarizar a camada de acabamento da base. Além disso, subdivide em países menores o acabamento para acomodar movimentos gerados pelas deformações dessa camada, principalmente aquelas decorrentes da variação de temperatura e da variação higroscópica.

A junta de dessolidarização permite dissipar tensões pela subdivisão de áreas extensas de revestimentos, sendo constituída conforme figura 22:

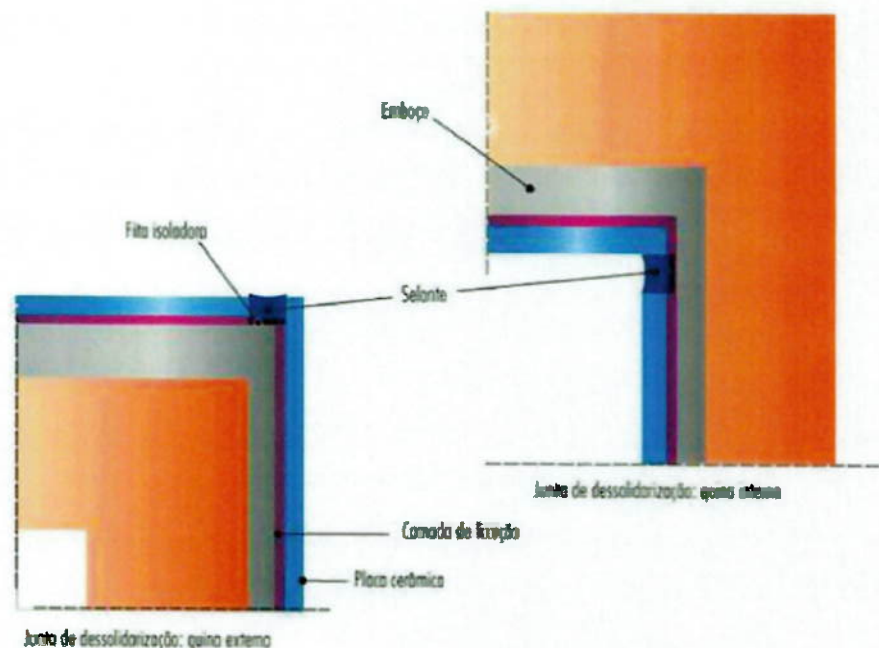
Figura 22: Representação da junta de dessolidarização



Fonte: RIBEIRO; BARROS (2010), Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas – Editora PINI, p.64

Pode também dessolidarizar essa camada, subdividindo-a em encontros de painéis de revestimentos perpendiculares, sendo posicionadas nas mudanças de direção do revestimento, em quinas internas ou externas, conforme figura 23:

Figura 23: Representação da junta de dessolidarização – mudança de planos de revestimento



Fonte: RIBEIRO e BARROS (2010), Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas – Editora PINI, p.64

5.1.7 Preparo da Argamassa Colante

BARROS e SABBATINI (2001) destacam que para o preparo da argamassa colante, basta a adição de água nas proporções indicadas na embalagem (geralmente uma parte de água para quatro partes de pó), previamente ao seu emprego. No entanto, para que a argamassa possa desenvolver as características anteriormente mencionadas, deve-se esperar um tempo após a mistura do material seco com a água, de modo a permitir que os componentes ativos reajam, isto é, que se formem as cadeias de polímeros em dispersão coloidal. Este tempo é de aproximadamente 30 min, sendo superior aos 15 ou 20 min geralmente recomendados pelos fabricantes.

As características propiciadas pelos aditivos resinosos é que tornam possível o espalhamento da argamassa em espessuras reduzidas, sem que seja necessário molhar a base

ou os componentes cerâmicos, pois a argamassa não perde água para os mesmos, mantendo a plasticidade para permitir a acomodação das peças. Além disto, a retenção de água contra sucção, permite à argamassa manter água para a hidratação do cimento, possibilitando que desenvolva uma maior resistência e, em consequência, possibilite um maior poder de aderência. A possibilidade da espessura fina da camada de fixação é o que define todo o método de assentamento dos produtos cerâmicos.

BARROS e SABBATINI (2001) consideram que:

Exige-se de forma qualitativa das argamassas colantes determinadas características:

- Tempo de vida, de abertura e de ajustabilidade compatíveis com as condições de trabalho;
- Plasticidade e coesão tais que permitam o espalhamento e o ajuste dos componentes e evitem o escorregamento dos mesmos da posição ajustada;
- Retenção de água compatível com os componentes e com o substrato;
- Espessura tal que não introduza tensões significativas nas interfaces de aderência e que permita uma adequada superfície de contato entre si e a superfície do componente (mesmo que esta seja rugosa ou com saliências).

O **tempo de abertura** é também denominado tempo de assentamento, e pode ser entendido como o tempo disponível para o trabalho de aplicação dos componentes cerâmicos a partir do espalhamento da argamassa sobre o substrato. É o período de tempo entre o espalhamento da argamassa colante e o momento em que esta não mais apresenta capacidade de aderência suficiente. Esse último identifica-se pelo aparecimento de uma película esbranquiçada sobre os cordões de argamassa. Ao se assentar um componente sobre essa película, ocorrerá apenas o amassamento dos cordões, sem interação entre ambos. O tempo de abertura da argamassa colante não deverá ser nem demasiadamente rápido, nem excessivamente lento, pois quaisquer extremos diminuem o rendimento de execução e dificultam a aplicação do revestimento.

O **tempo de ajustabilidade**, por sua vez, é entendido como o período de tempo no qual, após o assentamento dos componentes cerâmicos com argamassa colante, estes podem ter sua posição corrigida sem redução da capacidade de aderência.

Argamassas colantes adequadas devem apresentar-se nas condições ambientais de aplicação (não em laboratório), pelo menos:

- Tempo de abertura de 15 min (fachadas) a 20 min (interno);
- Tempo de ajustabilidade de 10 min;
- Tempo de vida de mistura de 3 h.

As argamassas colantes devem, ainda, ser compatíveis com o substrato em que serão empregadas, pois, uma reação desconhecida dos materiais pode prejudicar seriamente a união entre ambos. De modo geral, as argamassas disponíveis são compatíveis com a maioria dos materiais empregados na camada de regularização, exceto com os revestimentos à base de gesso, pois esse material apresenta uma reação deletéria¹⁵ com o cimento presente na argamassa colante, podendo provocar o descolamento do revestimento.

5.1.8 Planejamento da aplicação do RCDF com uso de balancim

É de grande importância o desenvolvimento prévio do planejamento da aplicação do RCDF.

Esse planejamento deverá contemplar requisitos que permitirão à obra o bom desenvolvimento da atividade, assim não é recomendável que esse planejamento seja desenvolvido unicamente pela equipe da obra e sim com a participação dos projetistas (arquitetura, estrutura: é recomendável a contratação do projeto de produção do revestimento da fachada), bem como a participação do fornecedor do balancim, do revestimento cerâmico, fornecedor da argamassadeira, fornecedores dos materiais que deverão ser aplicados nas juntas existentes na estrutura e outros profissionais que possam ser requeridos pelos projetistas ou pela equipe técnica da obra.

O resultado dessa coletânea de informações irá definir a melhor condição para a boa aplicação do RCDF, resultando, por exemplo, a definição das seqüências de subida e descida dos balancins, locação dos balancins.

Nesse momento deve ser esclarecida a seqüência do assentamento do revestimento cerâmico¹⁶, as tratativas junto as suas interferências¹⁷ e como o serviço deverá ser supervisionado.

¹⁵ Deletéria: prejudicial ao cimento.

¹⁶ Esclarecer junto aos executores questões como: prazo para início do revestimento da fachada após a conclusão da estrutura, como tratar o substrato (alvenaria), o uso correto do martelo de borracha, espessuras das juntas de controle, importância do alinhamento vertical e horizontal entre outros detalhes que devem constar em projeto de produção.

¹⁷ Esclarecer locais que devem receber telas (véus), local que no mapeamento da fachada foi identificado com espessura de argamassa colante acima do recomendado pelo projetista ou Norma Técnica pertinente, como executar o tratamento das juntas.

Com base no Procedimento adotado pela Construtora Modelo 2, é possível analisar que a técnica do RCDF permite uma redução no ciclo do balancim, quando comparada à técnica do RCF, ou seja, na proposta apresentada no Curso TGP-POLI o ciclo recomendado para a técnica RCF contempla 4 (quatro) subidas e 4 (quatro) descidas, enquanto o método proposto pela construtora Modelo 2 (técnica RCDF) contempla 2 (duas) subidas e 2 (duas) descidas, demonstrando inicialmente um ganho de tempo e custo nos ciclos de balancim, conforme apresentado nas Tabelas seguintes:

Tabela 6: Comparativo entre a técnica de aplicação tradicional do RCF e a técnica do RCDF

1ª SUBIDA		1ª DESCIDA	
MÉTODO COM CHAPISCO E EMBOÇO	MÉTODO SEM REGULARIZAÇÃO	MÉTODO COM CHAPISCO E EMBOÇO	MÉTODO SEM REGULARIZAÇÃO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpeza da base. 2. Fixação da alvenaria. 3. Arames de fachada 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalação dos arames. 2. Regularização de saliência ou depressão na estrutura. 3. Cortes de ferro e aplicação de zarcão. 4. Remoção de restos de argamassas. 5. Limpeza da superfície com água e sabão. 6. Aplicação de véu. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavagem. 2. Mapeamento. 3. Análise da espessura 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Esperar a secagem da regularização. 2. Assentamento das placas cerâmicas.

Ver nota 1

Ver nota 2

Ver nota 3

Ver nota 4

2ª SUBIDA		2ª DESCIDA	
MÉTODO COM CHAPISCO E EMBOÇO	MÉTODO SEM REGULARIZAÇÃO	MÉTODO COM CHAPISCO E EMBOÇO	MÉTODO SEM REGULARIZAÇÃO
1. Verificação chapisco.	1. Rejuntamento	1. Aplicação da argamassa.	2. Limpeza final das placas.
2. Taliscamento	2. Limpeza parcial das placas com esponja.	2. Execução detalhes construtivos.	3. Colagem de fita de fundo de junta.
3. Primeira cheia, se necessário.	3. Limpeza das juntas de movimentação.		4. Colagem de fita de borda para proteção da junta.
4. Colocação de reforço			5. Aplicação de selante nas juntas de movimentação.

3ª SUBIDA		3ª DESCIDA	
MÉTODO COM CHAPISCO E EMBOÇO	MÉTODO SEM REGULARIZAÇÃO	MÉTODO COM CHAPISCO E EMBOÇO	MÉTODO SEM REGULARIZAÇÃO
1. Controle de aceitação do Emboço	1. Execução concluída na etapa anterior.	1. Assentamento das placas Cerâmicas.	1. Execução concluída na etapa anterior.

4ª SUBIDA		4ª DESCIDA	
MÉTODO COM CHAPISCO E EMBOÇO	MÉTODO SEM REGULARIZAÇÃO	MÉTODO COM CHAPISCO E EMBOÇO	MÉTODO SEM REGULARIZAÇÃO
1. Rejuntamento e limpeza (rejuntamento e juntas de controle)	1. Execução concluída na etapa anterior.	1. Tratamento das juntas de controle e limpeza final	1. Execução concluída na etapa anterior.

Fonte: Procedimento execução da Construtora Modelo 2 e Material Curso TGP-POLI).

5.1.9 Consideração para execução do subsistema RCDF

Considerando que se trata da técnica de Revestimento Cerâmico Assentado Diretamente em Fachada de Alvenaria Estrutural de Bloco de Concreto, alguns requisitos devem ser somados aos já apresentados, de maneira que se possa promover o bom desempenho do subsistema, inclusive atendendo à NBR 15575-1, no que se refere ao prazo da vida útil do revestimento cerâmico da fachada.

A exemplo desses requisitos deve ser considerado para essa técnica a **dupla colagem**, presente no procedimento da Construtora Modelo 1.

MEDEIROS e SABBATINI (1999) informam que a técnica de melhor resultado para a aplicação de placas cerâmicas com argamassa adesiva é conhecida como técnica de colagem dupla (em inglês, *notched trowel and buttering method*). Esse método é inclusive recomendado pelos códigos ingleses e franceses de execução de RCF. O método de colagem dupla é obrigatório para as placas cerâmicas extrudadas e dotadas de garras no verso (BSI, 1991; CSTB, 1988). Depois de espalhar o adesivo sobre a base ou substrato, a aplicação da placa não deve exceder o tempo em aberto determinado previamente em obra na situação mais desfavorável de insolação e vento, sobre a superfície mais absorvente da fachada em execução. A norma britânica afirma que, em geral, esse tempo em aberto de obra não deve ultrapassar 20 min (BSI, 1991).

Portanto, nesse caso, a supervisão da execução do serviço é de grande importância.

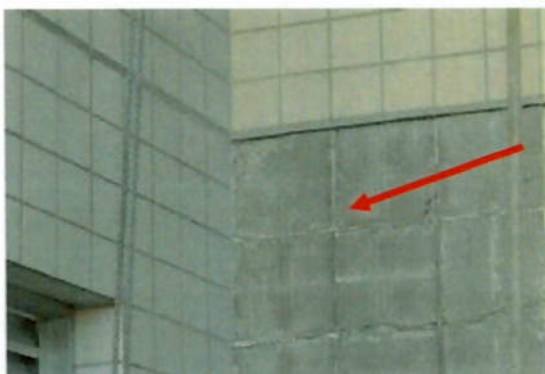
Porém, no momento em que foi realizada a análise das investigações das patologias, foi possível constatar que esse requisito não foi utilizado durante a execução por nenhuma das duas construtoras, conforme cita o Relatório Técnico da empresa contratada pela Construtora Modelo 1 para realização das investigações das patologias.

“É importante indicar que boa parte das placas cerâmicas com falta de aderência mostrou falta de preenchimento com argamassa colante no tardo, que junto à falta de regularidade do substrato (planicidade) contribuiu para a deficiência no fator de acomodação da placa cerâmica no substrato”¹⁸

Essa falha na execução contribuiu para a ocorrência de patologias nas fachadas dos edifícios, conforme fotos abaixo:

¹⁸ Resultado contemplado no Relatório Técnico de laboratório contratado pela Construtora Modelo 1, para identificar as patologias existentes, avaliar o sistema e fornecer consultoria para recuperar o revestimento cerâmico da fachada do edifício.

Foto 9: Revestimento cerâmico mostrando ruptura na interface argamassa colante/placa cerâmica – Construtora Modelo 1



Fonte: Laboratório tecnológico contratado pela Construtora Modelo 1

Fotos 10 e 11: Ausência de realização da dupla colagem



Fonte: Construtora Modelo 2

O procedimento da Construtora Modelo 1 contempla o uso da Cerâmica *Quarter* 20x20cm, a qual não é recomendada¹⁹ para o assentamento em revestimento de fachada e principalmente quando a técnica adotada é a RCDF, isso porque está no limite da dimensão permitida pela NBR 13755:1997, que se refere a 400cm².

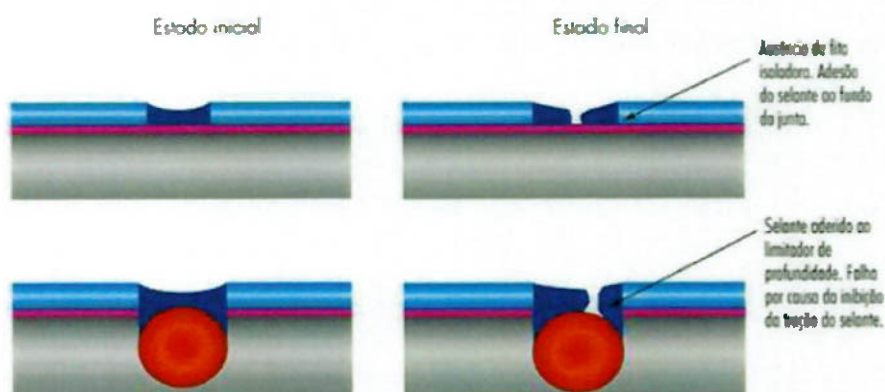
O procedimento da Construtora Modelo 2 não especifica o modelo da cerâmica a ser adquirida, sendo possível somente sua identificação pelas fotos que constam no referido procedimento, assim não apresentando detalhes técnicos para a correta aquisição.

Os procedimentos de ambas as construtoras não contemplam especificações dos materiais a serem adquiridos e respectivamente aplicados na fachada, como exemplos: não especifica o tipo de selante, o tipo de fita para ser utilizada no fundo de borda, entre outras informações importantes ao sistema.

¹⁹ Dimensão considerada grande para fachada.

RIBEIRO e BARROS (2010) especificam que a fita isoladora, assim como o limitador de profundidade, também cumpre a função de evitar a adesão do selante ao fundo da junta e é utilizada em juntas cuja profundidade não possibilita a utilização do limitador de profundidade. Para o adequado desempenho da junta, é fundamental que o selante esteja aderido apenas nas duas laterais. A sua adesão em uma terceira face – fundo da junta ou no próprio limitador de profundidade – pode ser prejudicial ao desempenho da junta, pois, além de ter seu movimento limitado, o selante pode vir a romper-se ao longo do tempo, conforme figura abaixo:

Figura 24: Configuração de juntas seladas em movimento –efeitos da adesão ao terceiro lado



Fonte: RIBEIRO e BARROS (2010), Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas – Editora PINI, p.72

RIBEIRO e BARROS (2010) ainda especificam que a fita isoladora é produzida à base de polietileno expandido de células fechadas. É autoadesiva e sensível à pressão. Suas características superficiais impedem a ligação adesiva do selante. Para juntas preenchidas por selantes à base de poliuretano, as fitas adesivas de papel crepe também podem ser utilizadas.

Figura 25: Exemplo de fitas de polietileno expandida de células de fechadas



Fonte: JUNSEAL apud RIBEIRO e BARROS (2010), Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas – Editora PINI, p.72

5.2 ANÁLISE DO AUTOR COM RELAÇÃO AOS PROCEDIMENTOS ADOTADOS PELA CONSTRUTORA MODELO 1 E CONSTRUTORA MODELO 2

É possível constatar que ambos os procedimentos apresentam uma precariedade no que se refere a informações para execução da alvenaria estrutural e principalmente no tocante a verificações, como: do prumo, do alinhamento, da planicidade, do preparo da argamassa colante e da execução de juntas, conforme apresentado por este autor em capítulo anterior a devida importância em contemplar essas informações.

A ausência dessas orientações nos procedimentos pode comprometer na qualidade da execução da alvenaria estrutural e respectivamente na qualidade requerida para a aplicação do revestimento cerâmico assentado diretamente na fachada de alvenaria estrutural em bloco de concreto (RCDF), assim, não proporcionando ao sistema condições para um bom desempenho.

Portanto, observa-se que, nos procedimentos elaborados pelas empresas construtoras, não contemplaram especificações para:

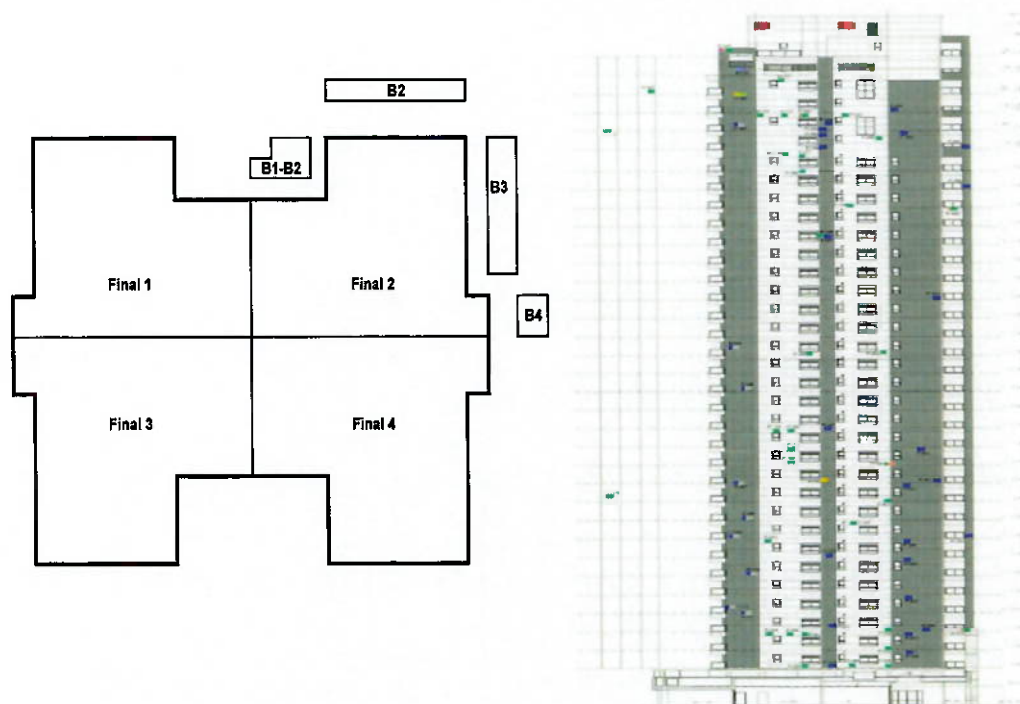
1. Elaboração de Projeto para Produção do revestimento da fachada;
2. Aquisição do componente bloco de concreto;
3. Recebimento e inspeção do bloco estrutural de concreto no canteiro de obra;
4. Quais ensaios devem ser realizados no decorrer da execução da alvenaria estrutural de bloco de concreto e do revestimento RCDF;
5. Detalhamento da localização das juntas e como executá-las;
6. Especificação da preparação da argamassa colante;
7. Critérios para inspeção da execução da alvenaria estrutural;
8. Realização de treinamentos e/ou capacitação dos operários que irão executar a alvenaria estrutural, bem como da equipe que irá executar o assentamento do revestimento cerâmico diretamente na fachada da alvenaria estrutural em bloco de concreto;
9. Especificação para inspeção do desenvolvimento dessas atividades;
10. Definição de critérios para posterior uso da edificação e conservação do subsistema de revestimento de fachada.

O planejamento elaborado para execução da fachada com uso de balancim, não contempla alguns detalhes importantes que este autor considera, os quais são apresentados abaixo em forma de NOTAS.

NOTAS:

- ❖ **Nota 1:** De grande importância a realização do mapeamento da fachada, gerando os registros de maiores e menores espessuras que deverá ser executada argamassa. Caso sejam detectadas espessuras que possam comprometer o revestimento da cerâmica, dever-se-á contatar o projetista para identificar uma solução para a situação caracterizada, assim como apresentar a locação dos balancins.

Figura 26: Locação de balancim e mapeamento de fachada elaborado pela empresa de Consultoria contratada pela Construtora Modelo 1 para recuperação do revestimento RCDF



FONTE: Construtora Modelo 1

- ❖ **Nota 2:** Alguns consultores de Revestimento de Fachada evitam o uso do “zarcão” o qual pode formar uma película plástica e prejudicar na aderência, assim podendo ser substituído por um *primer* epóxi rico em zinco, que permite um melhor desempenho e proteção ao sistema.

- ❖ **Nota 3:** É de grande importância contemplar nessa sequência a lavagem do substrato, a fim de eliminar poeiras e hidratar a parede, permitindo uma melhor aderência do revestimento.
- ❖ **Nota 4:** Deixar explícito que se deve executar o assentamento fazendo uso da colagem dupla.

Não foram identificadas, nos procedimentos das empresas, definições quanto à importância do mapeamento da fachada.

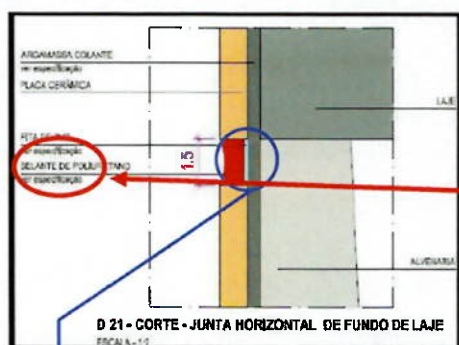
Referente a consideração para execução do subsistema do RCDF, é recomendável que o projeto de produção do revestimento da fachada contemple a especificação desses materiais, uma vez que estes devem atender:

- a) Solicitações de esforços definidos no projeto da estrutura, assim como os locais das juntas devem estar previamente identificados, inclusive com as localizações dos pontos que devem receber o uso do véu/tela;
- b) Projeto de estrutura deverá estar compatível com o da arquitetura.

Os procedimentos adotados pelas construtoras não identificam a qualificação da mão-de-obra, ou seja, isentando essa importante etapa do sistema de qualquer responsabilidade quanto ao resultado que deverá ser obtido junto ao desempenho do revestimento da fachada.

Também é possível identificar que a fita especificada no procedimento da Construtora Modelo 2 não está de acordo com o material especificado por RIBEIRO e BARROS (2010), o que pode comprometer o desempenho de trabalhabilidade das juntas.

Figura 27: Detalhe de como calafetar junto à esquadria



Não atende ao especificado por RIBEIRO e BARROS (2010)

O tarucel de espuma de polietileno não é usado. É substituído pela fita de PVC de alta adesividade com largura equivalente à da largura da junta. O selante trabalhará aderido apenas em 2 pontos (bordas das peças cerâmicas) pois este não adere na fita de PVC.

Fonte: Construtora Modelo 2

O Autor destaca que durante o desenvolvimento deste trabalho, através de entrevistas realizadas com colaboradores da Construtora Modelo 1 e Construtora Modelo 2, que as tomadas de decisão para a aplicação do RCDF prevaleceram-se em canteiro de obra, ou seja, não houve uma análise crítica ou mesmo uma compatibilização dessa técnica com o perfil das obras que a receberam.

Diante desse cenário, o resultado obtido foi totalmente desfavorável para as construtoras, uma vez que amargaram diversas patologias num período precoce após o término da obra.

As patologias que foram detectadas pela empresa que realizou a consultoria para recuperação e os ensaios tecnológicos receberam os seguintes diagnósticos:

1. *...Falta de aderência do revestimento cerâmico no substrato de alvenaria com e sem regularização.*
2. *Os principais tipos de ruptura constatados através dos ensaios de aderência à tração é na interface argamassa colante/placa cerâmica. Assim, pode-se inferir que houve falhas durante a execução dos serviços de revestimentos cerâmicos, principalmente no que diz respeito ao tempo em aberto da argamassa colante (limite de 5 minutos)²⁰*
3. *Deficiência no preenchimento do tardez com argamassa colante durante sua aplicação que pode ter origem no uso de desempenadeira já bastante gasta ($\leq 8\text{mm}$).*
4. *Falta do apertar (energia de esmagamento da argamassa colante) durante assentamento das placas cerâmicas no substrato. Salienta-se também que parte dos problemas apresentados é devido à falta de precisão geométrica dos substratos (planicidade).*
5. *Foi identificado um baixo fator de acomodação de placas cerâmicas no substrato, comprometendo a extensão de adesão das mesmas (mínimo 80%).*

²⁰ Limite de tempo de 5 minutos, corresponde ao adotado pelo laboratório técnico que realizou os ensaios nos canteiros da Construtora Modelo 1. Cabe esclarecer que o tempo pela NBR 14081-1:2012 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas, Parte 1: Requisitos. p.7., é de 20 minutos.

6. *Aplicação de placas cerâmicas com dimensões de 20cmx20cm em superfícies com planicidade não adequada provocou o “efeito cunha”²¹ que aliado às deficiências de execução contribuíram para a deficiência de aderência das mesmas.*
7. *As partes que não apresentaram “som oco” durante os testes de percussão quando avaliadas através do ensaio de resistência de aderência à tração têm mostrado resultados satisfatórios, segundo prescrito na norma brasileira (valores acima de 0,30Mpa).*
8. *As partes restauradas, quando avaliadas através de ensaios de resistência de aderência à tração têm apresentado também valores satisfatórios e superiores aos recomendados pela normalização brasileira.*

De posse dessas informações, o autor apresenta o quanto foi árduo para as construtoras recuperarem as fachadas dos empreendimentos.

Possivelmente, a Construtora Modelo 2, por ter executado um empreendimento com edifícios de baixo gabarito de altura, apresentou um volume menor de patologias, visto que prédios baixos (menores) são menos agressivos aos revestimentos de qualquer tipo.

Os custos para reparo do revestimento cerâmico aplicado direto na fachada de alvenaria estrutural em bloco de concreto do Empreendimento A(1) – Construtora Modelo 1, foi de R\$ 8.200.000,00 (valor Março/2013), distribuídos conforme o gráfico 2:

Gráfico 3: Gasto de recuperação do Empreendimento A(1)



Fonte Construtora Modelo 1

21 A empresa de consultoria contratada pela Construtora Modelo 1 define que Efeito Cunha é a transferência das tensões de placa para placa por falta de espessura de refinte que ajuda a dissipar as tensões.

Cabe esclarecer que o prazo de término da obra ocorreu no ano de 2008. O período que a construtora conseguiu finalizar a revisão dos reparos foi em 2013.

Seguem fotos da realização dos reparos:

Foto 12: Vista da recuperação do revestimento da fachada



Fonte: Construtora Modelo 1

Foto 13: Vista da recuperação do revestimento da fachada



Fonte: Construtora Modelo 1

Foto 14: Vista da recuperação do revestimento da fachada



Fonte: Construtora Modelo 1

Foto 15: Vista da recuperação do revestimento da fachada



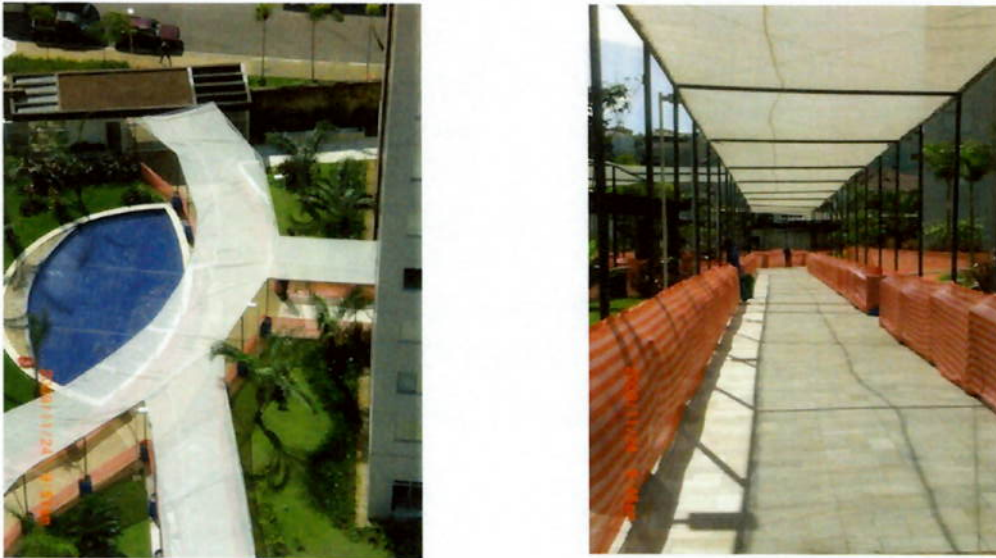
Fonte: Construtora Modelo 1

Foto 16: Vista da recuperação do revestimento da fachada



Fonte: Construtora Modelo 1

Fotos 17 e 18: Vista do transtorno gerado na área comum do empreendimento



Fonte: Construtora Modelo 1

Os custos para reparo do revestimento cerâmico aplicado diretamente na fachada de alvenaria estrutural de bloco de concreto do Empreendimento B(1) – Construtora Modelo 1, foi de R\$ 914.000,00 (valor Março/2013), distribuídos conforme o gráfico 3:

Gráfico 4: Gasto de recuperação do Empreendimento B(1)



Fonte Construtora Modelo 1

Cabe esclarecer que o prazo de término da obra ocorreu no ano de 2009. O período que a construtora conseguiu finalizar a revisão dos reparos foi em 2013.

Seguem fotos realização dos reparos:

Foto 19: Vista da recuperação do revestimento da fachada



Fonte Construtora Modelo 1

Foto 20: Vista da recuperação do revestimento da fachada



Fonte Construtora Modelo 1

Foto 21: Vista da recuperação do revestimento da fachada



Fonte Construtora Modelo 1

Fotos 22 e 23: Vista da recuperação do revestimento da fachada sem uma preocupação em regularizar a área geometricamente



Fonte Construtora Modelo 1

Não foi possível obter informações quanto ao custo de reparo para o empreendimento da Construtora Modelo 2.

O prazo de término do empreendimento ocorreu em 2012, com os reparos realizados no mesmo ano.

Foto 24: Falta de planicidade no revestimento da fachada, afetando a qualidade estética do prédio



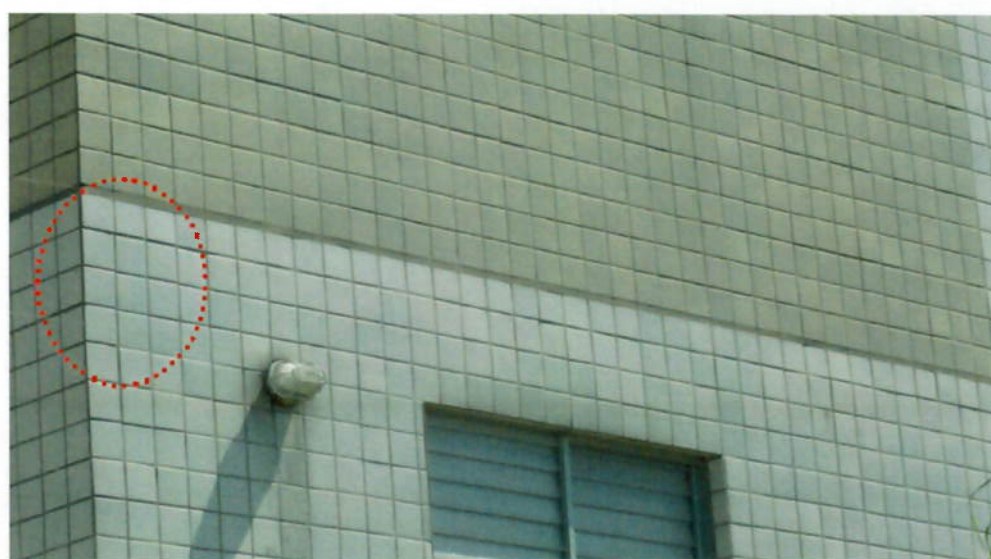
Fonte: Autor

Foto 25: Substituição de peças que já destacaram, podendo ser observado que o reparo não fica uniforme com as demais áreas. Soma-se à questão apontada a falta de planicidade no revestimento, afetando a qualidade estética do prédio



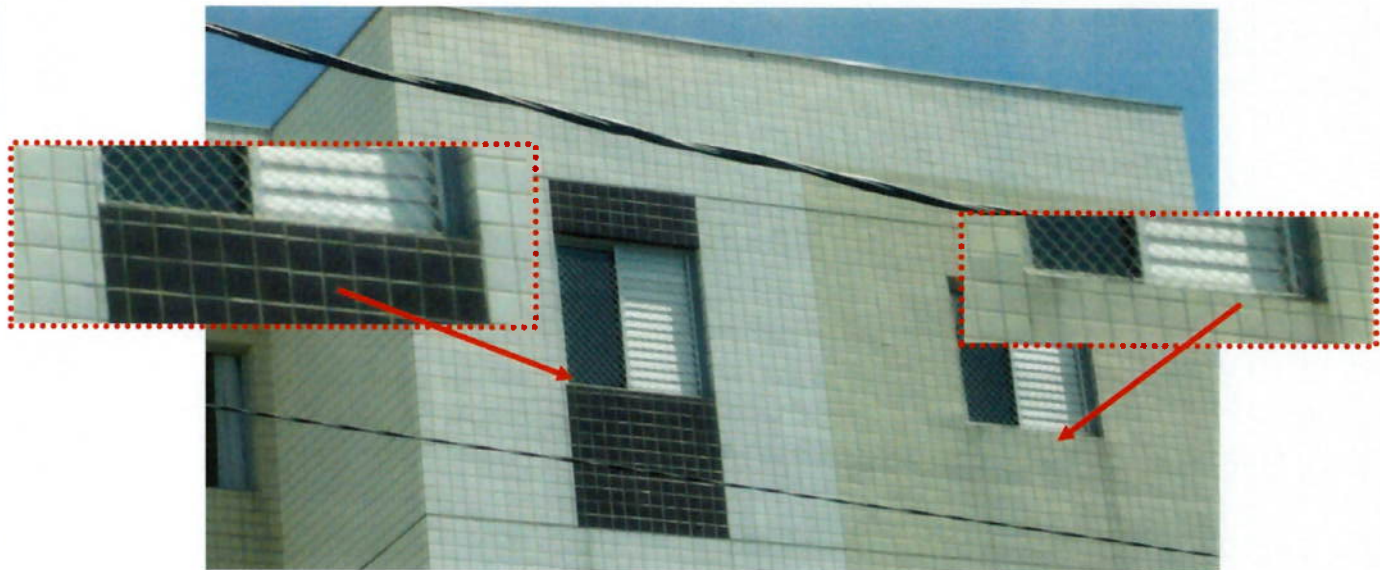
Fonte: Autor

Foto 26: Identificação de refazimento do rejunte. Soma-se à questão apontada a falta de planicidade no revestimento, afetando a qualidade estética do prédio



Fonte: Autor

Foto 27: Corte da cerâmica junto às esquadrias, procedimento este não recomendado. Soma-se à questão apontada a falta de planicidade no revestimento, afetando a qualidade estética do prédio



Fonte: Autor

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo que foi exposto neste trabalho, verifica-se que, em nenhum dos casos, foram tomadas providências a fim de se mitigar eventuais riscos por meio da observância dos aspectos-chave de sucesso recomendados (presentes em normas, literatura técnica, artigos científicos, pesquisas, manuais de boas práticas, opinião de consultores, etc.). Tal fato resultou em sérios problemas patológicos, gerando, além de grande desgaste da imagem das construtoras, um imenso passivo financeiro que inviabiliza o uso futuro dessa tecnologia nas empresas pesquisadas.

Nota-se que alterar a cultura de uma empresa para implementar uma nova tecnologia construtiva requer uma série de cuidados que devem ser analisados previamente, verificando criticamente a viabilidade dessa implementação, para, em um segundo momento, desenvolver um piloto e/ou modelo para identificar todas as dificuldades encontradas no desenvolvimento da técnica, e que possa servir de subsídio para retroalimentar as informações e os dados já existentes.

Da maneira como foi executada a obra por ambas as construtoras, é possível constatar que critérios como os ora discutidos não foram atendidos. É evidente que não houve um preparo da mão-de-obra executora, não houve acompanhamento técnico gabaritado durante o desenvolvimento da atividade e tampouco foi desenvolvido o projeto para produção do RCDF. Tudo isso aliado ao fato de que o próprio Procedimento de Aplicação do RCDF das duas empresas são precários de informações/instruções, induzindo a execução dessa técnica a propiciar futuras patologias.

Cabe esclarecer que ao introduzir uma nova tecnologia nos empreendimentos, as construtoras devem considerar que essas técnicas devem inclusive atender a requisitos solicitados por terceiros, como, por exemplo, os agentes financeiros.

É possível também verificar que a Construtora Modelo 1 não obteve o êxito desejado no início desse trabalho, no qual seu objetivo era obter redução de prazo e de custo, uma vez que foi possível constatar, tendo como exemplo o Empreendimento A(1), que seu custo inicial para a realização do RCDF era de R\$ 2.666.550,00, sendo que teve que arcar com um custo de reparo na ordem de R\$ 8.299.040,00, ou seja, um custo superior equivalente a três vezes o valor para sua execução inicial.

Quanto ao prazo, também se observa que o prazo de término do empreendimento ocorreu no ano de 2008, porém a construtora permaneceu no empreendimento constantemente até o ano de 2013, devendo ainda permanecer com pequenos reparos por período

indeterminado. O mesmo cenário aplica-se ao Empreendimento B(1), também dessa mesma construtora.

Para a Construtora Modelo 2, as intensidades das patologias podem ser consideradas menores, possivelmente pela concepção do empreendimento ser em prédios de baixa altura.

Quanto à viabilidade do uso do Revestimento Cerâmico Aplicado Diretamente em Fachada de Alvenaria Estrutural, o autor considera que:

- a) Sua viabilidade está condicionada à elaboração de um eficiente e minucioso planejamento, pautada nas cinco diretrizes balizadoras propostas por BARROS (1996), conforme citado neste trabalho ²².
- b) Consiste numa técnica que requer mão-de-obra altamente gabaritada para a execução do serviço, que se inicia desde a execução da saída da base da alvenaria estrutural em bloco de concreto.
- c) Requer fiscalização e monitoramento, em período integral, da execução da estrutura do edifício (alvenaria estrutural).
- d) Possivelmente, poderá ser necessário o uso de argamassa com especificação diferenciada, ou seja, argamassa que possa oferecer uma espessura mais grossa, para suprir deficiências de depressão na alvenaria.
- e) Deve-se desenvolver alguma técnica para promover a estanqueidade da edificação, uma vez que com a eliminação do chapisco e emboço, a questão da estanqueidade pode ficar comprometida.
- f) Cumpre contemplar as considerações existentes na NBR 15575 – Desempenho, principalmente no que se refere a Conforto Térmico, Acústica e Vida Útil.
- g) É primordial considerar a necessidade do uso da dupla colagem (camada) durante a execução. Dessa forma, deve-se ficar ciente de que o custo com argamassa irá elevar-se, assim como o prazo para sua conclusão.

Em suma, o autor considera que a técnica de aplicação do RCDF pode vir a ser viável, desde que realizados os investimentos que a técnica requer. Porém, os custos para execução e os cuidados que cercam essa tecnologia fazem dela uma técnica de alta complexidade para os canteiros nacionais.

²² As cinco diretrizes são: desenvolvimento da atividade de projeto; desenvolvimento da documentação; desenvolvimento dos recursos humanos; desenvolvimento do setor de suprimentos voltado à produção; e desenvolvimento do controle do processo de produção

Conclui, pelo exposto, discutido e analisado neste trabalho, que ainda é preferível dar continuidade ao uso da maneira tradicional de aplicar o Revestimento Cerâmico de Fachada (RCF), ou seja, com o uso do chapisco e emboço, sendo esse já enraizado na cultura dos canteiros de obra e com um custo-benefício muito melhor, a médio e longo prazo.

O autor recomenda o uso do check list para realização do Revestimento de Fachada presente no Anexo 2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, J.C.A. **Controle da qualidade no assentamento de blocos estruturais.** Trabalho de Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Joinville, 2005.
- BAIA, L.L.M; SABBATINI, F.H – **Projeto e execução de revestimento de argamassa.** São Paulo. Editora O Nome da Rosa, São Paulo, 2008.
- BARROS, M.M.S.B; RIBEIRO, F.A. **Juntas de Movimentação em Revestimentos cerâmicos de Fachadas.** São Paulo, Editora PINI, São Paulo, 2010.
- BARROS, M.M.S.B; SABBATINI, F.H. **Diretrizes para o processo de projeto para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** Boletim Técnico da escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil. ISSN 0103-9830, BT/PCC/172, São Paulo – 2003.
- BARROS, M.M.S.B; SABBATINI, F.H - **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: Diretrizes Básicas.** Esse texto foi elaborado a partir de uma revisão do texto original SABBATINI, F.H.; BARROS, M.M.S.B. Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria. São Paulo, EPUSP-PCC, 1990. (Relatório Técnico R6-06/90 - EP/ENCOL-6). Não publicado. São Paulo – Agosto 2001, 35p.
- BARROS, M.M.B – **Premissas para implantação de inovações tecnológicas na produção de edifícios.** Texto disponível no website: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP1998_ART483.pdf, Acesso em São Paulo 20.06.2014.
- DARINI, C.H, **Proposta de metodologia para aplicação de revestimentos cerâmicos em fachada de edificações de alvenaria estrutural de blocos de concreto.** Dissertação para título de Mestre em Habitação: Planejamento e Tecnologia, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 2006.
- FARIA, M.S, **Alvenaria Estrutural com blocos de concreto - materiais e componentes, módulo 2.** Material disponível em: <http://comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/229/anexo/matercomp.pdf>, Acesso em 08.08.2014. Material desenvolvido com apoio da ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland e Arq. Est Consultoria & Projetos Ltda.

- GLASSER BLOCOS E PISOS LTDA. **Apostila Assentamento de Blocos de Concreto** – Curso Glasser Soluções em Alvenaria Estrutural. Material Desenvolvido pela Glasser Piso e Pré-moldados. Guarulhos – SP. (sem data).
- JUNGINGER, M. **Revestimentos cerâmicos aderidos: aspectos técnicos no projeto de fachadas**. Material desenvolvido por CONPAR – Consultoria em Patologia e Recuperação de Edifícios. Agosto 2007. Material fornecido diretamente pelo Eng. Max Junginger.
- MACIEL, L.L; BARROS, M.M.M.B; SABBATINI, F.H – **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e externas e tetos**. São Paulo, Material disponível em: <http://www.engcivilcac.com/docente/Ricardo%20Cruvinel/Constru%E7%E3o%20Civil%20/Apostila%20de%20execuca%20de%20revestimento.pdf>1998 40p. Acesso em 29/06/2014. São Paulo.
- MANUAL DE REVESTIMENTO DE FACHADA, Comunidade da Construção, Salvador, 2006, Material disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/280/anexo/ativosmanu.pdf>, Acesso em 03.04.2014
- MATTOS, M.C - **Planejamento da vida útil na construção civil: uma metodologia para aplicação da Norma de Desempenho (NBR15575) em sistemas de revestimentos de pintura**. Dissertação de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, da Universidade federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.
- MEDEIROS, J.S, e SABBATINI, F.B – **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios** – São Paulo, 1999. 32. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil BT/PCC/246 – ISSN 0103-9830. São Paulo, 1999.
- NBR 13749:2013 - **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – especificações**.
- NBR 13755:1997 - **Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante**.
- NBR 14081:2012 – **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas**.
- NBR 15575:2013 - **Edificações Habitacionais – Desempenho**.
- NBR 15961:2011 – **Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto**
- Pauta da Reunião Comissão de Estudos da ABNT-CE 02:109.10 – Placas Cerâmicas, de 21.09.2011.**

PROCEDIMENTO EXECUÇÃO SERVIÇO, elaborado pela Construtora Modelo 1, São Paulo.

PROCEDIMENTO EXECUÇÃO SERVIÇO, elaborado pela Construtora Modelo 2, São Paulo.

RELATÓRIO TÉCNICO DE ENSAIOS TECNOLÓGICOS, Elaborado pela empresa de Consultoria contratada pela Construtora Modelo 1.

SILVEIRA, M.C. – **Histórico dos Revestimentos Cerâmicos**. Material disponível em:

<http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/ceramica/principal7.htm>, Acesso em

21.06.2014, São Paulo.

ANEXO 1

PROCEDIMENTO DESENVOLVIDO PELA CONSTRUTORA MODELO 1 DEFINIÇÃO DE COMO DESENVOLVER A ATIVIDADE

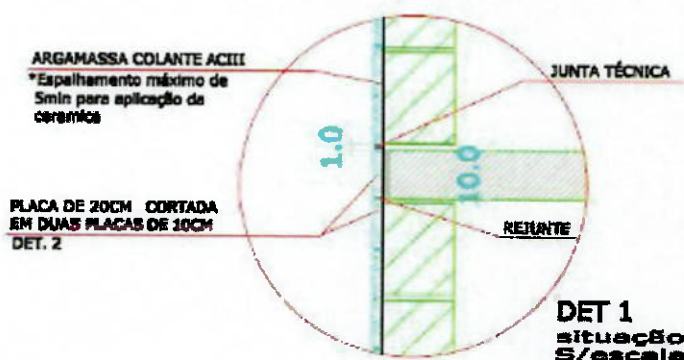
Este método consiste na técnica de assentamento das placas cerâmicas direto sobre as superfícies dos blocos das paredes externas do edifício através do uso de dupla colagem com argamassa colante tipo AC III. A dupla colagem será desnecessária somente para revestimentos cerâmicos entelados.

Algumas variáveis, definições e observações importantes para início dos serviços:

Para a garantia do sistema de aplicação direto sobre a superfície do bloco, algumas variáveis devem ser consideradas, tais como: a fachada em placas cerâmicas, será executada em edifícios com estrutura concebida através de alvenaria estrutural de bloco de concreto, onde conceitualmente as movimentações devido às variáveis de carregamento estrutural, possuem uma distribuição mais uniforme em relação à estrutura mista de concreto armado e alvenaria de vedação e/ou estrutura metálicas.

Deverá ser observada, nessa etapa a exata localização das juntas estruturais horizontais, sendo obrigatório que as juntas horizontais sejam coincidentes com a face superior das lajes entre pavimentos.

Figura 01: Detalhe da junta técnica



O sentido geral de assentamento das placas cerâmicas deverá ser de cima para baixo (em relação à Torre) e em cada andar, de baixo para cima. Para cada estágio de parada do balancim e/ou etapa de produção diária executar sempre entre juntas de movimentação.

A regularização deverá ser feita com a mesma argamassa colante (tipo AC III) de assentamento e somente na "cabeça" da laje.

Antes de iniciar a colagem da cerâmica deve-se escovar a alvenaria manualmente com escova de aço garantindo a perfeita limpeza do substrato. Após escovação, lavar a fachada através de hidro jateamento. Caso haja contaminação do bloco de concreto com óleos e/ou produtos derivados de petróleo, a superfície deverá ser limpa com produto específico como sabão neutro, para garantir a remoção dessas impurezas e limpa através de hidrojateamento.

A placa cerâmica e a parede do bloco de concreto devem estar secas para execução dos serviços, pois assim, tanto o bloco como a cerâmica irão absorver a umidade da argamassa colante e através desse processo de absorção a aderência entre as placas cerâmicas e a parede do bloco da fachada estará garantida.

Recomenda-se que a argamassa de assentamento seja aplicada através de desempenadeira dentada de 8,0mm e no sentido horizontal sobre o bloco e, no verso da cerâmica, dar espessura mínima de argamassa dos mesmos 8mm que aplicamos no bloco com a parte lisa da desempenadeira.

A aplicação de argamassa colante na cerâmica deve ocorrer imediatamente antes de seu assentamento, também respeitando o tempo em aberto do fabricante.

A área de aplicação da argamassa colante deve ser determinada para cada caso e depende das condições locais de insolação e ventilação. Se estas forem agressivas podem provocar a formação de película (início de secagem) sobre os cordões de argamassa colante, reduzindo o tempo em aberto da mesma e comprometendo a aderência das placas cerâmicas.

A quantidade de água de amassamento da argamassa colante deve ser rigorosamente seguida de acordo com a orientação do FABRICANTE. Cada placa cerâmica seca e limpa deve ser aplicada sobre os cordões de argamassa colante ligeiramente fora de posição; em seguida pressioná-la arrastando-a perpendicularmente aos cordões até sua posição final. Atingida sua posição final aplicar vibrações manuais de grande frequência transmitidas pelas pontas dos dedos e/ou martelo de borracha de 400g procurando obter maior acomodação possível, que pode ser constatada quando a argamassa fluir nas bordas da placa cerâmica.

OBS: Para as obras nas quais a cerâmica especificada para o revestimento externo é a Quarter 20x20cm (modelo desta cerâmica ver foto 02), a empresa responsável por seu assentamento deverá realizar o seu corte, transformando as peças de 20x20cm em 20x10cm antes do seu assentamento.

Figura 2: Detalhe das peças 20x20cm em 20x10cm

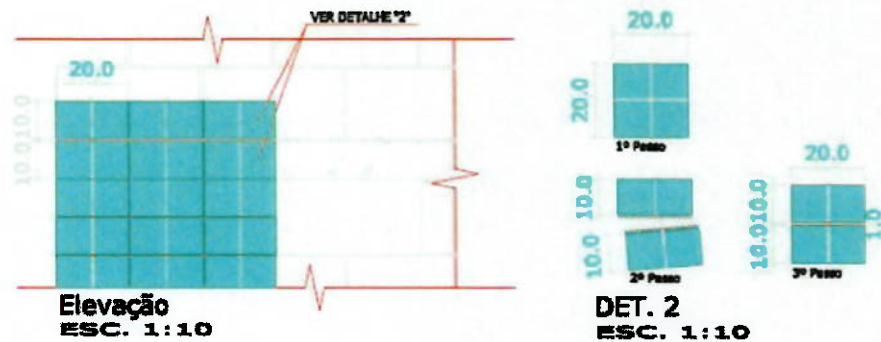
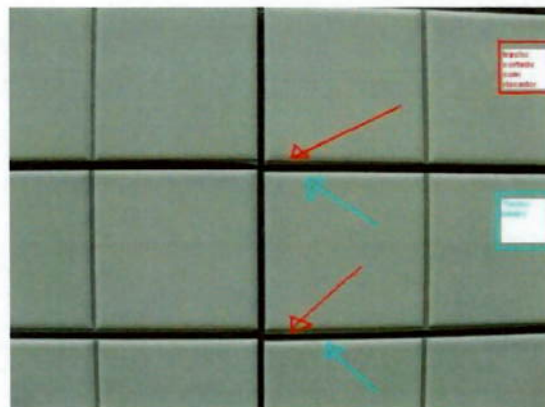


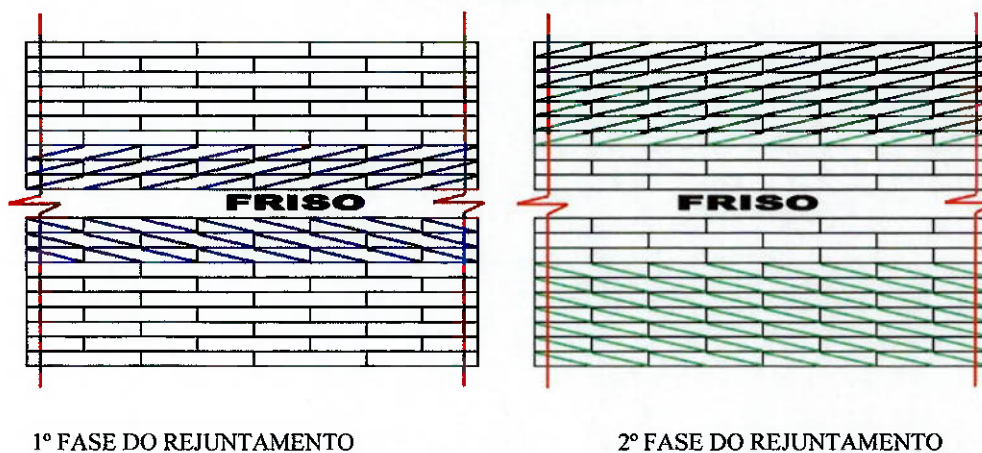
Foto 3: Rejuntamento



Execução da junta de movimentação:

Rejuntar as duas juntas do rejunte, inferior e superior adjacente à junta de movimentação, durante a subida do balancim, garantindo assim o prazo necessário de cura desse rejunte para perfeita aderência do selante da junta de movimentação com o rejunte.

Figura 4: Rejuntamento



As juntas de dilatação deverão ter espessura de 15 mm e sua profundidade limitada pela estrutura, devendo a junta ser realizada também sobre a argamassa de regularização. As juntas de movimentação devem ser realizadas quando a argamassa de rejuntamento estiver totalmente seca. Evitar executar as juntas de movimentação em dias de chuva ou quando a superfície do friso a ser tratado estiver molhada.

Argamassa de rejuntamento deve ser flexível, específico para uso em fachadas e da mesma marca da argamassa colante.

Antes de aplicar o selante, no fundo da junta deve ser assentada a fita crepe de 15mm de largura. Para aplicar o selante a base poliuretano é importante usar fita crepe na borda inferior e superior do friso, evitando rebarbas e acúmulo de sujeiras nas proximidades das juntas.

Realizar a limpeza da fachada com produto pré-aprovado pelo fabricante do revestimento cerâmico.



PROCEDIMENTO DESENVOLVIDO PELA CONSTRUTORA MODELO 2
DEFINIÇÃO DE COMO DESENVOLVER A ATIVIDADE

Características do processo de revestimento de fachada com cerâmica colada diretamente sobre o bloco

- ↪ Diminuição do fluxo do balancim
- ↪ Economia de argamassa de revestimento
- ↪ Maior cuidado com a qualidade do assentamento dos blocos

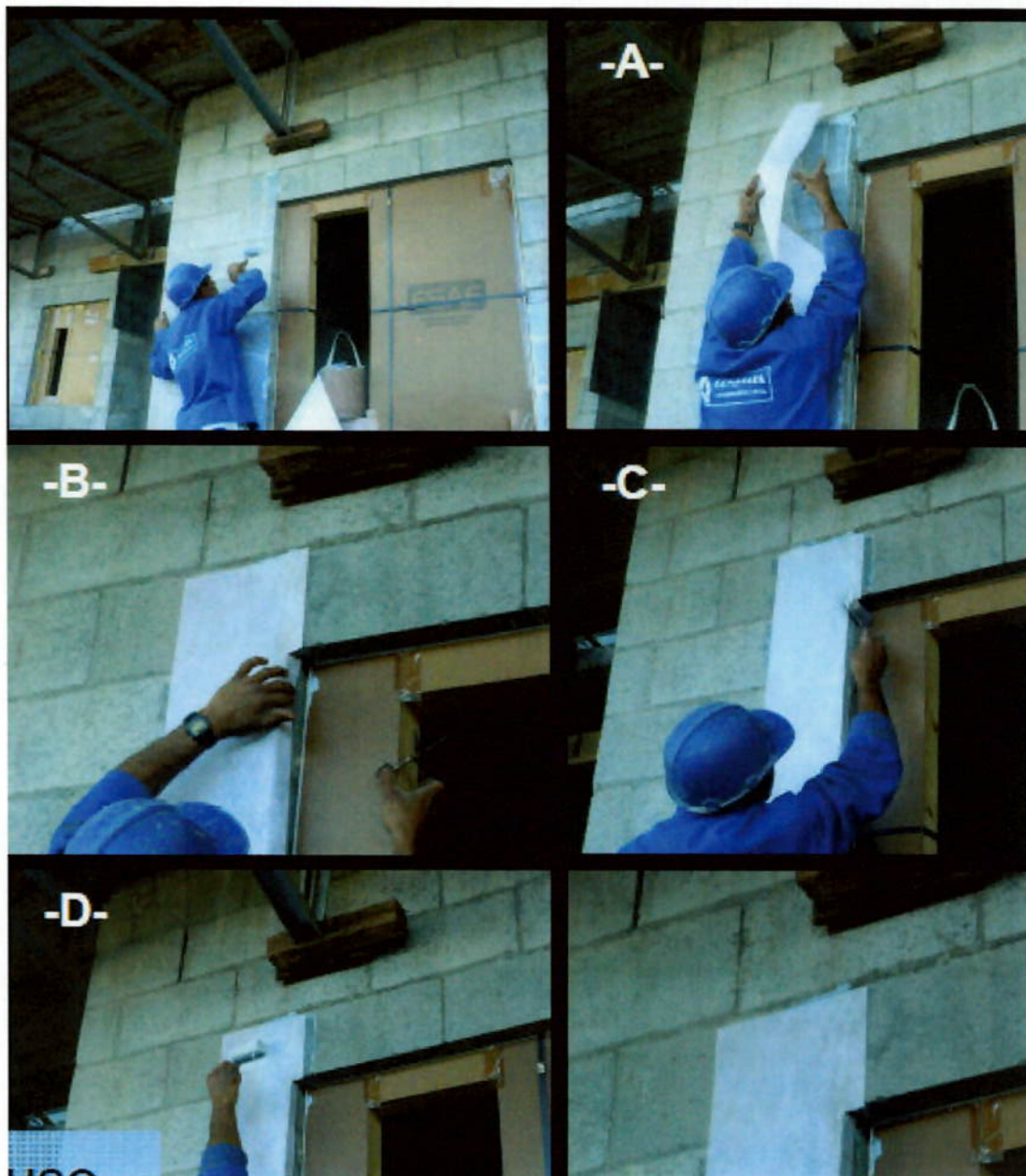
→ VISÃO MACRO DA EXECUÇÃO

<p>1ª SUBIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificação dos alinhamentos verticais com arame (usar apenas arame galvanizado, o mais fino possível); ✓ Regularização das saliências e depressões com Argamassa ACIII; ✓ Corte de ferros e aplicação de zarcão; ✓ Remoção de restos de argamassa; ✓ Limpeza da superfície com água e sabão ✓ Aplicação do véu 	<p>1ª DESCIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Esperar a secagem da regularização ✓ Assentamento das placas cerâmicas
<p>2ª SUBIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rejuntamento ✓ Limpeza Parcial das Placas com esponja ✓ Limpeza das juntas de movimentação 	<p>2ª DESCIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Limpeza final das placas ✓ Colagem de fita de fundo de junta ✓ Colagem da fita de borda para proteção da junta ✓ Aplicação de selante nas juntas de movimentação

- ↪ “A qualidade do assentamento do bloco é determinante para não haver excesso de áreas a serem regularizadas”
- ↪ “A planicidade da superfície é importante para garantir o aspecto visual da cerâmica”
- ↪ Superfície limpa (vassorar)
- ↪ Rolar a cola na região da fachada que receberá o véu – A.
- ↪ Fixar o véu – B.

- ✦ Fazer o corte lateral com tesoura – C.
- ✦ Rolar a cola na lateral – D.
- ✦ Fazer a dobra e rolar cola sobre todo o tecido em abundância.
→ **DEFINIÇÃO DE COMO EXECUTAR A ATIVIDADE**

Foto 1: Colagem do véu



IMPORTANTE:

- ✓ Espalhar a argamassa colante em 1m²;
- ✓ Passando a desempenadeira dentada na horizontal e finalizando na vertical;
- ✓ Espalhar em menor área em caso de climas quentes;
- ✓ Posicionar a cerâmica 2 cm fora da posição correta e então deslocá-la para a posição final e percuti-las com martelo de borracha, para obter melhor aderência.

Foto 2: Identificação da superfície Limpa



Foto 3: Atenção com as viradas para garantir alinhamento horizontal



Foto 4: Atenção com as viradas para garantir alinhamento horizontal



Foto 4: Atenção com as viradas para garantir alinhamento horizontal



Foto 5: Atenção com as viradas para garantir alinhamento horizontal



Foto 6: Atenção com as viradas para garantir alinhamento horizontal



Foto 7: Ajuste fino no posicionamento das peças e batidas leves com martelo para garantir fixação máxima



Foto 8: Ajuste do alinhamento vertical utilizando régua de alumínio



ERRADO! Usar o martelo de borracha

Foto 9: Ajuste do alinhamento vertical utilizando régua de alumínio



Foto 10: Riscar e cortar com auxílio de alicate



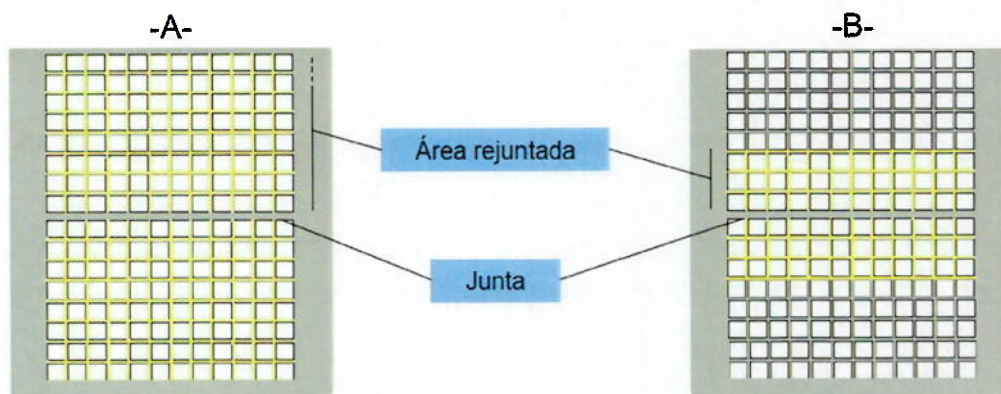
☑ **IMPORTANTE:**

- ✓ Peças pequenas – Riscar e cortar com auxílio de alicate.
- ✓ Peças grandes – Riscar a peça e bater levemente na parte posterior da mesma. A peça se dividirá facilmente.

☑ **EXECUÇÃO DO REJUNTE**

Há duas opções:

- ✓ A- Rejuntar a fachada por completo. Subida lenta.
- ✓ B- Rejuntar 4 fiadas para cima e para baixo das juntas de dilatação e ao redor de janelas. Subida rápida.
- ✓ Não aplicar o silicone nas juntas durante o processo de rejunte. O silicone requer superfície seca.



☑ EXECUÇÃO DA VEDAÇÃO DAS ABERTURAS DE CAIXILHO

Foto 11: Aplicação de silicone. Retirar excesso de sujeira dos vãos



Foto 12: Preenchimento completo dos vãos



Foto 13: Retirada da fita logo em seguida. Mais difícil se o silicone estiver seco



Foto 14: Aspecto final. Vãos 100% preenchidos



Foto 15: Falha de vedação



EXECUÇÃO DA VEDAÇÃO DAS JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO

Foto 16: Fita de fundo de borda (retirar excesso de sujeira dos vãos)



Foto 17: Aplicação de silicone - aplicação do selante nas juntas



Foto 18: Preenchimento completo dos vãos - acabamento com espátula



Foto 19: Retirada da fita logo em seguida - mais difícil se o silicone estiver seco



Foto 20: Arremate - usar o próprio dedo e água com detergente



Foto 21: Aspecto final - vãos 100% preenchidos



Figura 1: Detalhe de como calafetar junto a esquadria

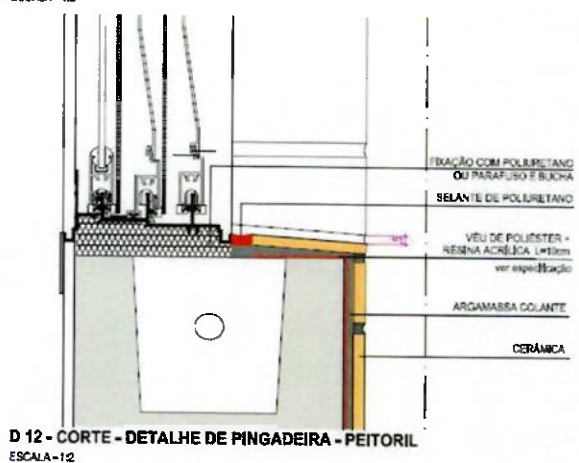
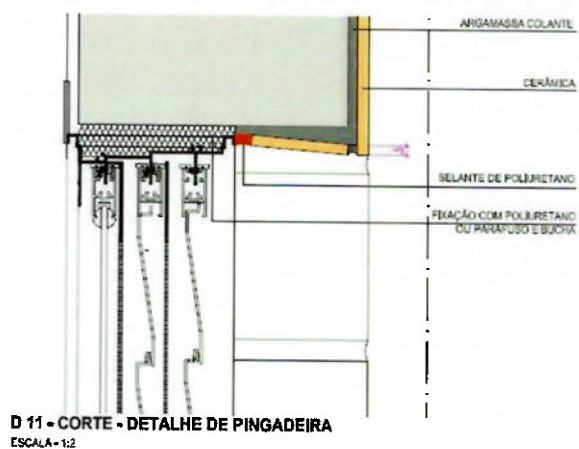
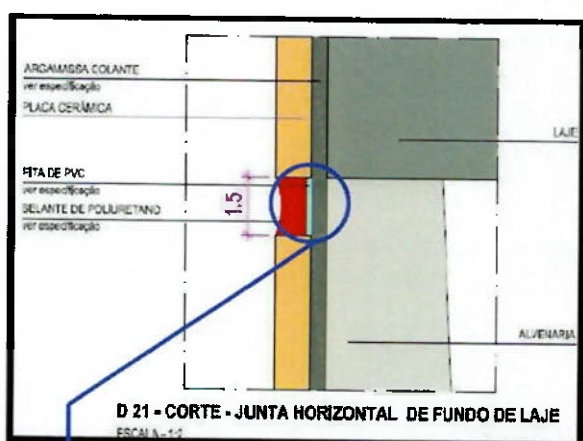


Figura 2: Detalhe de como calafetar junto à esquadria



O tarucel de espuma de polietileno não é usado. É substituído pela fita de PVC de alta adesividade com largura equivalente a da largura da junta. O selante trabalhará aderido apenas em 2 pontos (bordas das peças cerâmicas) pois este não adere na fita de PVC.

☑ **ESTUDAR A MELHOR POSIÇÃO DA JUNTA HORIZONTAL PARA EVITAR CORTES.**

Foto 22: Detalhe de como calafetar junto a esquadria

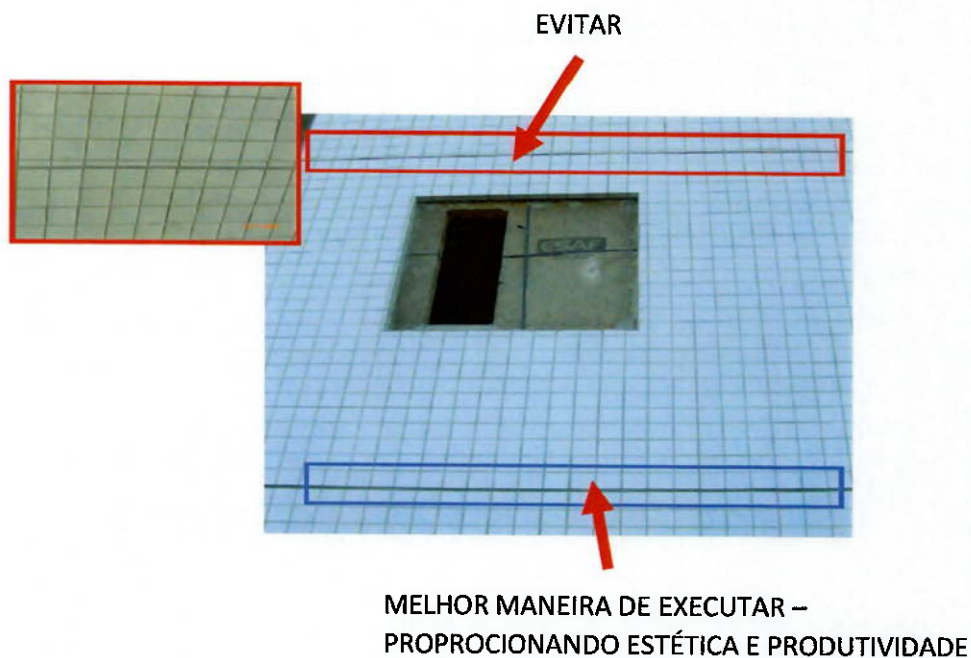
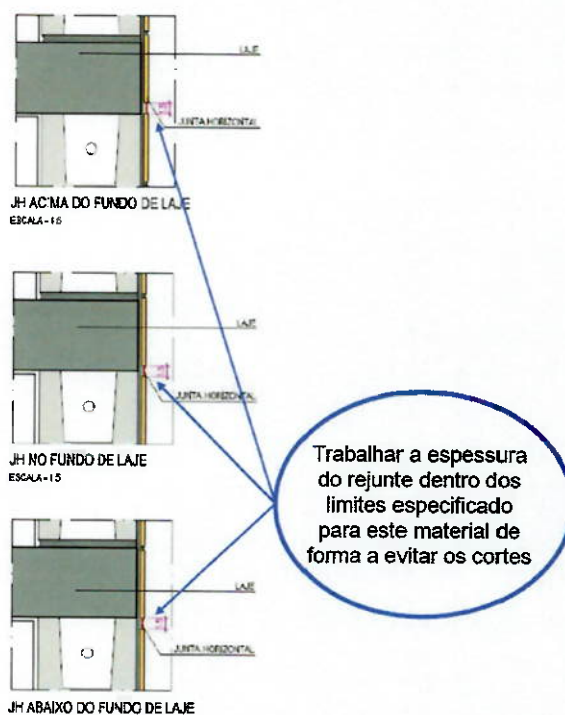


Figura 3: Detalhe execução rejunte



DEFINIÇÃO ITENS QUE DEVEM SER VERIFICADOS PARA MANTER O DESEMPENHO DO SISTEMA

Foto 23: Evitar mau encontro entre as peças



Foto 24: Não assentar sobre superfície mal preparada



Foto 25: Bolhas e dobras no véu



Foto 26: Pouca cola ou superfície suja



Foto 27: Peças mal alinhadas (observar junto ao gradil)



Foto 28: Cerâmica de piso x parede



☑ ÍTENS CRÍTICOS

- ☞ Observar a existência de fissuras na face interna da fachada, dentro dos apartamentos. Essas fissuras devem ser tratadas antes do início da fachada.
- ☞ Fissuras devem ser tratadas antes do início da fachada.
- ☞ Preparar placas de sinalização informando a composição do traço a ser usado.
- ☞ Solicitar ART dos balancins
- ☞ Utilizar apenas argamassa ACIII. A argamassa ACII só deve ser utilizada na parte interna. O uso da argamassa ACI é vetado.
- ☞ No momento da regularização é obrigatório o uso de argamassa ACIII. Argamassa comum não terá aderência correta em camadas finas.
- ☞ Deve-se instalar arames a cada 3 fiadas, nos vãos dos caixilhos e cantos.
- ☞ O tempo em aberto da argamassa proposto é de no máximo de 5min e não deve ser ultrapassado.
- ☞ Qualquer ajuste na peça só é permitido até 20min após a aplicação.
- ☞ A validade da argamassa é de no máximo 50min.
- ☞ Nunca utilizar ácido muriático para a limpeza da fachada.

ANEXO 2

É apresentado modelo de planilhas que podem ser adaptadas e utilizadas para a verificação do revestimento cerâmico assentado direto na fachada de alvenaria estrutural de bloco de concreto, visando minimizar a ocorrência de patologias.

Atribuições dos envolvidos na execução do revestimento externo

PROJETISTA	Solicitar todas as informações técnicas necessárias (administração da obra e aos fornecedores de insumos).
	Fazer o projeto dentro das diretrizes fixadas pela construtora e pelos demais projetistas.
	Definir claramente os intervalos aceitáveis para os parâmetros especificados no projeto.
CONSTRUTORA	Fornecer ao projetista todas as informações técnicas relevantes sobre os procedimentos e controles utilizados pela construtora, assim como todos os projetos necessários (arquitetura, estrutura, vedações etc.).
	Definir o sistema de produção: produção no canteiro ou argamassa industrializada, fornecimento em silos ou em sacos, central de produção ou argamassadeira nos andares.
	Fazer uma análise crítica do projeto, apontando necessidade de modificações ou adequações em função do sistema de produção.
	Retroalimentar o projetista com as informações fornecidas pela mão-de-obra referente à trabalhabilidade.
FORNECEDORES DE INSUMOS	Fornecer as informações técnicas sobre o desempenho e características tecnológicas de seus produtos.
	Fornecer treinamento à mão-de-obra para aplicação dos produtos.
MÃO-DE-OBRA	Fornecer ao engenheiro informações que contribuam com a construtibilidade e produtividade da obra por intermédio da equipe técnica da obra.

Fonte: Manual de Revestimento de Fachada, Salvador 2006 – Comunidade da Construção.

Check list para Projeto de Arquitetura

ITENS DE VERIFICAÇÃO DO PROJETO DE ARQUITETURA		CONFORMIDADE			
		C	NC	NA	VERIFICAR
1	<p>O índice de compacidade (IC) oferece uma solução econômica?</p> $IC = \frac{2\sqrt{3,14 \cdot \text{área do pavimento tipo}}}{\text{perímetro do pavimento tipo}}$ <p>Quanto maior o IC, menor a solução econômica (maior gasto em materiais e mão-de-obra).</p> <p>Obs.: o perímetro exclui varanda e jardineiras.</p>				
2	As dimensões dos panos de fachada (vertical e horizontal) estão de acordo com os módulos de dimensões dos materiais de revestimento específico?				
3	Existe previsão para juntas de trabalho?				
4	Foi analisado o impacto da utilização de tons escuros de revestimento externo?				
5	O vidro do parapeito da varanda ou de áreas da cobertura está de acordo com as exigências da Prefeitura quanto à segurança?				
6	A especificação dos vidros está apropriada às características de insolação?				
7	O projeto arquitetônico permite, com segurança, limpeza adequada da parte externa das esquadrias?				
8	Existem elementos de fachada que são impeditivos para fazer manutenção?				
9	Está previsto o sistema de limpeza das fachadas em pele de vidro ou <i>structural glazing</i> ?				
10	O material especificado para fachada é facilmente encontrado no mercado?				
11	Os vidros estão convenientemente dimensionados quanto à dimensão e pressão de vento?				
12	O projeto prevê um sistema para pendurar balancins?				
13	O projeto visa a otimização na confecção das esquadrias? (mínimo recomendável – 70% de padronização)				
14	Há panos cegos na fachada que dificultem a movimentação da equipe de revestimento externo?				
15	Há contornos muito curvos na fachada?				
16	Há elementos que quebram o prumo da fachada, visando reduzir espessura de revestimento?				
17	Há variação de cores ou desenhos no revestimento externo?				
18	Os panos de fachada permitem o uso de jâhús grandes (6 máquinas)?				
19	A estrutura possui elementos em balanço na fachada, ligados por alvenaria?				
C – conforme		NC – não conforme		NA – não se aplica	

Fonte: Manual de Revestimento de Fachada, Salvador 2006 – Comunidade da Construção.

Check list para Projeto de Estruturas

ITENS DE VERIFICAÇÃO DO PROJETO DE ESTRUTURA		CONFORMIDADE			
		C	NC	NA	VERIFICAR
1	O projeto estrutural respeita o partido arquitetônico?				
2	O norte magnético do projeto foi indicado corretamente?				
3	Houve indicação e qualificação dos tipos de materiais utilizados (f_{ck} , f_{td} , fator água/cimento, etc.)?				
4	Em áreas com pé-direito maior que 3m, existe previsão de travamento para os panos de alvenaria?				
5	Quando aplicável, foram especificadas contra-flechas?				
6	Foram indicadas todas as aberturas, rebaixos, nichos, ressaltos e demais detalhes nos desenhos mecânicos, arquitetônicos e/ou de outros fornecedores?				
7	Há indicação de escalas?	:	:	:	
8	Foram desenhados os cortes da estrutura, com os devidos níveis?				
9	A espessura das paredes está coordenada com as espessuras das vigas?				
10	Há mudança de planos nos elementos estruturais, ou seja, há algum pilar que excede o plano da alvenaria externa?	:	:	:	
11	As vigas de bordo têm a mesma altura?				
12	Há vigas e/ou lajes em balanço?				
13	Há panos de concreto muito grandes? Ex. vigas altas e pilares-parede na fachada.				
14	Os vãos dos cômodos são múltiplos da dimensão dos blocos a serem utilizados?				
15	A resistência do concreto é alta ($f_{ck} > 50\text{MPa}$)?				
C – conforme		NC – não conforme		NA – não se aplica	

Fonte: Manual de Revestimento de Fachada, Salvador 2006 – Comunidade da Construção.

Check list para Projeto de Revestimento

ITENS DE VERIFICAÇÃO DO PROJETO DE REVESTIMENTO EXTERNO		CONFORMIDADE			
		C	NC	NA	VERIFICAR
1	Requisitos de projeto				
1.1	Há identificação da obra e características do empreendimento?				
1.2	Estão destacadas as condições para início dos serviços?				
1.3	Há recomendações e metodologia para execução dos detalhes construtivos especificados?				
1.4	Há especificações e propriedades dos seguintes materiais: agregados, cimento, adesivos, telas, argamassa de regularização, argamassa colante, argamassa de rejunte, placas cerâmicas, pastilhas, selantes, entre outros?				
1.5	Há critérios para manutenção do sistema em placas cerâmicas, pastilhas, pintura, entre outros?				
1.6	Está indicada a sistemática de controle tecnológico das argamassas e das etapas executivas dos sistemas de revestimento, incluindo aplicação e aceitação?				
1.7	Há indicação das regiões que devem ser reforçadas com telas ou outros tipos de reforço que se faça necessário?				
2	Compatibilização com o projeto de arquitetura				
2.1	O projeto contempla a especificação do acabamento conforme projeto de arquitetura?				
2.2	Os detalhes de fachada estão devidamente indicados?				
2.3	Elementos de fachada (janelas, peitoris etc.) estão compatibilizados com os detalhes do projeto de arquitetura?				
2.4	O projeto indica o detalhe do encontro da junta com as pingadeiras de vãos?				
2.5	O projeto indica o detalhe da junta sobre vãos de janelas?				
3	Compatibilização com o projeto estrutural				
3.1	O projeto levou em consideração o método executivo da estrutura (sistema estrutural, tipo de fôrma, prazo de execução da estrutura, tipo de escoramento e reescoramento, deformações previstas, tipo de desmoldante)?				
3.2	Houve intervenção do projetista estrutural no projeto de revestimento externo?				
3.3	As juntas de trabalho acompanham o encontro estrutura / alvenaria?				
3.4	O projeto especifica algum detalhe de reforço para os panos de concreto voltados para a fachada?				
3.5	O projeto indica algum tratamento específico para as superfícies de concreto a serem revestidas (NBR 7200)?				
4	Questões executivas				
4.1	As dimensões dos detalhes projetados são exequíveis pelo profissional de revestimento externo?				
4.2	As escalas dos desenhos estão adequadas à leitura do profissional de revestimento externo?				
4.3	Os detalhes e marcações de juntas possuem cotas indicadas?				
4.4	O projeto define o encontro de juntas de panos diferentes?				
4.5	O projeto define as etapas de execução da fachada e os prazos entre elas?				
4.6	O projeto especifica os produtos a serem usados nos detalhes indicados, com referências comerciais?				
4.7	O espaçamento das juntas segue o recomendado na NBR 13755?				
C – conforme		NC – não conforme		NA – não se aplica	

Fonte: Manual de Revestimento de Fachada, Salvador 2006 – Comunidade da Construção

Equipe de execução e controle do revestimento externo.

		FUNÇÃO
EQUIPE TÉCNICA	Gerente de obra	Planejamento das etapas de execução Especificação dos materiais Compra dos insumos Contratação de recursos Acompanhamento e análise dos resultados
	Engenheiro residente	Planejamento das etapas de execução Acompanhamento da coleta de dados e dos serviços Acompanhamento e análise dos resultados
	Encarregado	Acompanhamento geral dos serviços
	Estagiário	Registro fotográfico e apoio
	Almoxarife	Recebimento e armazenamento dos materiais
EQUIPE DE PRODUÇÃO	Pedreiros	Execução do revestimento Locação de arames
	Serventes	Transporte horizontal de cargas Transporte vertical de cargas Mistura mecânica da argamassa colante Distribuição das pastilhas e argamassa colante

Fonte: Manual de Revestimento de Fachada, Salvador 2006 – Comunidade da Construção

Planilha para identificação do som cavo

NOME DA OBRA													
LOCAIS DE IDENTIFICAÇÃO DE SOM CAVO													
JAÚS	PAVIMENTOS												PLATANDA
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	
01													
02													
03													
04													
05													
06													
07													
08													
09													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													

Fonte: Manual de Revestimento de Fachada, Salvador 2006 – Comunidade da Construção